

Estudi de la implantació de cobertes mosaic al Zoo de Barcelona

Marc Folch, Juan García, Ramon Solé



Treball de Fi de Grau
Ciències Ambientals

Tutors:

Joan Rieradevall

Anna petit

Almudena Hierro



“La qüestió no és descobrir com produir més i més energia, sinó com evitar necessitar cada vegada majors quantitats de la mateixa, aprofitant eficaç i racionalment les fonts renovables que ens ofereix la Natura” (Censolar, 2014).

AGRAÏMENTS.....	7
L'EQUIP	8
Resum.....	9
Resumen.....	9
Abstract.....	10
LLISTA D'ACRÒNIMS I ABREVIACIONS	11
LLISTA DE FIGURES	12
LLISTA DE TAULES	14
1. ANTECEDENTS.....	17
1.1. Les ciutats	17
1.1.1. L'estatge subterrani	17
1.1.2. Espais públics.....	18
1.1.3. Edificacions	18
1.2. Cobertes mosaic.....	19
1.2.1. Cobertes verdes	22
1.2.1.1. Cobertes verdes extensives	23
1.2.1.2. Cobertes verdes semi-intensives.....	23
1.2.1.3. Cobertes verdes intensives	24
1.2.1.4. Cobertes verdes naturalitzades	24
1.2.1.5. Cobertes hort.....	24
1.2.2. Cobertes hídriques	25
1.2.3. Cobertes energètiques	27
1.2.3.1. Cobertes fotovoltaïques	27
1.2.3.2. Cobertes tèrmiques	29
1.2.4. Condicionants de l'aplicació de cobertes mosaic	29
1.2.5. Exemples de cobertes mosaic.....	30
1.2.5.1. Cobertes a Barcelona.....	32
1.3. Millors sostenibles de diferents Zoos del món	34
1.4. Zoo de Barcelona	37
1.4.1. Timeline Zoo de Barcelona.....	38
1.4.2. Climatologia de l'àrea d'estudi.....	39
1.4.3. Marc legal	41
1.4.3.1. Referents a l'edificació.....	41
1.4.3.2. Referents a recursos hídrics	41

1.4.3.3. Referents al factor energètic.....	42
1.4.3.4. Referents a cobertes verdes.....	42
2. JUSTIFICACIÓ DEL TREBALL	45
3. OBJECTIUS	47
3.1. Objectius Generals	47
3.2. Objectius Específics	47
4. METODOLOGIA.....	49
4.1. Diagrama de la metodologia de treball	49
4.2. Diagrama dels escenaris	50
4.3. Diagrama de classificació de cobertes	50
4.4. Documentació Gràfica	51
4.4.1. Descàrrega d'ortofotomapa i mapes topogràfics del Zoo	51
4.4.2. Digitalització i creació de capes.....	52
4.4.3. Digitalització amb AutoCAD.....	52
4.5. Documentació in situ	53
4.6. Caracterització i fitxa de les cobertes	54
4.7.1. Fitxa exemple	55
4.7. Càlculs de la superfície potencial	56
4.8.1. Superfície potencial de captació hídrica	56
4.8.2. Superfície potencial energètica.....	56
4.8.3. Superfície potencial alimentària.....	56
4.9. Càlcul del potencial.....	56
4.9.1. Càlcul del potencial de la captació hídrica.....	56
4.9.1.1. Plugrisost.....	57
4.9.2. Càlcul del potencial energètic.....	58
4.9.2.1. Càlcul del potencial de radiació incident.....	58
4.9.2.2. Elecció del panell solar	59
4.9.2.3. Càlcul de la superfície real del panell i nombre a instal·lar	59
4.9.3. Càlcul del potencial de producció alimentària.....	60
4.10. Determinació dels graus d'autosuficiència.....	61
4.10.1. Autosuficiència hídrica	61
4.10.2. Autosuficiència energètica	61
4.10.3. Autosuficiència alimentària	61
4.11. Reducció de les emissions en Kg de CO ₂ equivalent	61

4.11.1. Reducció de les emissions en Kg de CO ₂ equivalent en l'aprofitament hídric	62
4.11.2. Reducció de les emissions en Kg de CO ₂ equivalent en la producció d'energia	62
4.11.3. Reducció de les emissions en Kg de CO ₂ equivalent en la producció alimentari	62
5. INVENTARI	64
5.1. Consums totals del Zoo	64
5.2. Fitxes de les cobertes	68
5.3. Inventari edificis potencials	89
5.3.1. Edifici 4: Terrari	89
5.3.2. Edifici 10: Aviari	91
6. RESULTATS I DISCUSSIÓ	94
6.1. Resultats de potencial d'instal·lar sistemes de captació d'aigua ..	94
6.1.1. Consum hídric, abastiments i dimensionament d'un dipòsit a l'Aviari	98
6.1.1.1. Reducció de les emissions de CO ₂ equivalent a l'Aviari	100
6.1.2. Consum hídric, abastiments i dimensionament d'un dipòsit en el Terrari	100
6.1.2.1. Reducció de les emissions de CO ₂ equivalent al Terrari	102
6.2. Resultats del potencial energètic	103
6.2.1. Escenari solar fotovoltaic	105
6.2.1.1. Implantació d'energia fotovoltaica en la coberta de l'Aviari	105
6.2.1.2. Implantació d'energia fotovoltaica en la coberta del Terrari	108
6.2.1.3. Grau d'autosuficiència total de l'escenari solar fotovoltaic	111
6.2.1.4. Reducció de l'impacte ambiental de l'escenari solar fotovoltaic en Kg de CO ₂ derivat	111
6.2.2. Escenari solar tèrmic	112
6.2.2.1. Implantació d'energia tèrmica en la coberta de l'Aviari	112
6.2.2.2. Implantació d'energia tèrmica en la coberta del Terrari	114
6.2.2.3. Grau d'autosuficiència total de l'escenari solar tèrmic	115
6.2.2.4. Reducció de l'impacte ambiental de l'escenari solar tèrmic en Kg de CO ₂ equivalent	115
6.2.3. Taules resum de l'escenari energètic	116
6.5. Estudi del potencial alimentari	117
6.5.1. Estudi dels potencial d'hortalisses a conrear en les cobertes	120
6.5.2. Selecció dels productes hortícoles més consumits del Zoo	121

6.5.3.	Característiques del conreu de l'enciam hidropònic	121
6.5.3.1.	Cultiu hidropònic de l'enciam	122
6.5.3.2.	Exposició al Sol	123
6.5.3.3.	Cultiu de l'enciam	123
6.5.3.4.	La germinació de l'enciam	124
6.5.3.5.	Recol·lecció de l'enciam hidropònic.....	124
6.5.3.6.	Cicle del conreu de l'enciam	124
6.5.3.7.	Requeriments de l'etapa de conreu	125
6.5.3.8.	Consum d'aigua de l'enciam hidropònic	126
6.5.3.9.	Grau d'autosuficiència per a enciam hidropònic	126
6.5.4.	Propietats cultiu col d'hivern	128
6.5.4.1.	Cicle del conreu de col d'hivern	128
6.5.4.2.	Cultiu combinat: enciam i col	129
6.5.5.	Cas pràctic: l'Aviari	130
6.5.6.	Reducció de l'impacte ambiental de l'escenari alimentari en Kg de CO ₂ derivat	132
6.6.	Escenari mixt	133
6.6.1.	Escenari hídric	133
6.6.2.	Escenari solar fotovoltaic.....	133
6.6.3.	Escenari alimentari	133
6.7.	Anàlisi DAFO	135
6.7.1.	Anàlisi DAFO captació hídrica	135
6.7.2.	Anàlisi DAFO producció energètica	136
6.7.3.	Anàlisi DAFO producció alimentària	136
6.7.4.	Anàlisi DAFO escenari mixt	137
6.7.5.	Anàlisi creuada dels escenaris	137
7.	CONCLUSIONS	140
7.1.	Conclusions escenari hídric.....	140
7.2.	Conclusions escenari energètic.....	140
7.3.	Conclusions escenari alimentari	141
7.4.	Conclusions escenari mixt	141
7.5.	Conclusions metodològiques	142
8.	PROPOSTES DE MILLORA.....	144
8.1.	Taula de beneficis de les diverses propostes	163
9.	PROGRAMACIÓ - DIAGRAMA DE GANTT	165

10. PRESSUPOST	166
11. PETJADA DE CARBONI DEL PROJECTE	167
ANNEXOS	170
Annex 1. Mapes de recursos energètics	170
Annex 2. Fitxa tècnica de la placa solar fotovoltaica.....	171
Annex 3. Fitxa tècnica del captador solar	173
Annex 4. Exemple de dimensionament d'un dipòsit de 20 m ³	176
Annex 5. Sistemes i accessoris per a l'aplicació de cobertes verdes.....	177
Annex 6. Manual per a la implantació del cultiu hidropònic.....	178
Bibliografia.....	179

AGRAÏMENTS

Els autors volem agrair a l'Administració del Zoo, a tot el personal i, en concret, a n'Eulàlia Bohigas i n'Hèctor López, per tota l'ajuda que ens han prestat, tant en la recerca d'informació com en les diferents visites al parc, resolent els nostres dubtes i pregàries amb rapidesa i el millor dels somriures.

Tanmateix, agraïm als membres de la unitat de projectes de Ciències Ambientals de la Universitat Autònoma de Barcelona, el Dr. Joan Rieradevall, la Dra. Almudena Hierro i a n'Anna Petit, per als seus consells i inestimable ajuda.

Agraïm també l'incalculable suport i paciència d'amics i familiars al llarg del projecte.

L'EQUIP

Juan García Hernández (juan_gabriel_garcia@hotmail.com)



És tècnic de manteniment de semàfors, càmeres i control de trànsit i estudiant de Ciències Ambientals. Té un coneixement alt d'electrònica, electricitat i informàtica. Li interessa molt la mobilitat sostenible i un món més humà. És un apassionat de l'aventura, els esports de contacte i la muntanya. Sempre que pot, viatja arreu del món amb la seva bicicleta.

“La mobilitat privada és el gran problema de les ciutats, però sí, em donen de menjar”.

Ramon Solé Solsona (ramon28490@gmail.com)



És tècnic en Salut Ambiental des del 2011, cambrer, estudiant de Ciències Ambientals i amant de la música, clarinetista i tibleire. Admira la natura, el món rural, i les millores i els avenços en desenvolupament sostenible de les darreres dècades. És un apassionat del motociclisme i el turisme internacional,

“L'autèntic conservacionista és aquell que sap que el món no és una herència dels pares, sinó un préstec dels fills”.

Marc Folch (marcfolchmoreno@gmail.com)



Músic de carrer, professor de música i estudiant de Ciències Ambientals, és un enamorat de la música popular i tradicional catalana i dels seus instruments, en concret de la gralla. És un fervent entusiasta dels paisatges i el turisme natural i de la naturalesa en general. El seu somni és viure al mig de la muntanya en una casa autosuficient i viatjar a arreu del món per conèixer els racons més insòlits.

“La naturalesa ofereix música només per aquells que la saben escoltar”.

Resum

Actualment, el 54% de la població mundial resideix en àrees urbanes i és previst que el 2050 s'arribi al 66%. Amb aquest creixement de la població urbana s'incrementarà també el consum d'energia, aliments i aigua. Doncs, és coherent buscar solucions dins els espais urbanitzats per minimitzar la demanda d'aquests inputs. El plantejament principal d'aquest estudi és analitzar les cobertes dels edificis d'un espai delimitat, el Zoo de Barcelona, i, un cop analitzat, plantejar la implantació de diverses tipologies de cobertes per a augmentar l'autosuficiència d'aquesta institució.

A través de la caracterització i anàlisi de la superfície potencial de les cobertes dels diferents edificis del Zoo, s'han plantejat i calculat tres possibles escenaris -de captació hídrica, energètic i alimentari- a implantar. En el cas de l'escenari de captació hídrica, només s'obté un 1% d'autosuficiència, mentre que en el cas de l'alimentari, l'aplicació de cultius hidropònics proporciona una autosuficiència cinc vegades major que la quantitat consumida. En l'escenari energètic es contemplen dos vectors, el fotovoltaic i el tèrmic, que aporten un grau d'autosuficiència del 3,25% i del 20,36%, respectivament, tenint en compte que només es poden aplicar en dues cobertes degut a l'elevat nombre de factors limitants. Amb aquestes dades, es contempla l'aplicació d'un escenari mixt a l'edifici Aviari, obtenint una autosuficiència del 93% referent a recursos hídrics i del 100% amb energia fotovoltaica respecte els consums de l'edifici; i del 62% respecte el total de producció alimentària del zoo. D'aquí se'n conclou que la captació d'aigües pluvials és irrellevant respecte el consum de recursos hídrics del Zoo, el grau de generació d'energia és suficientment significatiu com per a contemplar-lo; i l'aplicació de cultius hidropònics d'enciam és el que major autosuficiència aporta.

Resumen

Actualmente, el 54% de la población mundial reside en áreas urbanas y está previsto que en 2050 alcance el 66%. Con este crecimiento de la población urbana se incrementará también el consumo de energía, alimentos y agua. Entonces, es coherente buscar soluciones dentro de los espacios urbanizados para minimizar la demanda de estos inputs. El planteamiento principal de este estudio es analizar las cubiertas de los edificios de un espacio delimitado, el Zoo de Barcelona, y, una vez analizado, plantear la implantación de diversas tipologías de cubiertas para aumentar la autosuficiencia de esta institución.

A través de la caracterización y análisis de la superficie potencial de las cubiertas de los diferentes edificios del Zoo, se han planteado y calculado tres posibles escenarios -de captación hídrica, energético y alimentario- a implantar. En el caso del escenario de captación hídrica, sólo se obtiene un 1% de autosuficiencia, mientras que en el caso de la alimentación, la aplicación de cultivos hidropónicos proporciona una autosuficiencia cinco veces mayor que la cantidad consumida. En el escenario energético se contemplan dos vectores, el

fotovoltaico y el térmico, que aportan un grado de autosuficiencia del 3,25% y del 20,36%, respectivamente, teniendo en cuenta que sólo se pueden aplicar en dos cubiertas debido al elevado número de factores limitantes. Con estos datos, se contempla la aplicación de un escenario mixt en el edificio Aviario, obteniendo una autosuficiencia del 93% referente a recursos hídricos y del 100% con energía fotovoltaica respecto a los consumos del edificio; y del 62% respecto del total de producción alimentaria del Zoo. De aquí se concluye que la captación de aguas pluviales es irrelevante respecto al consumo de recursos hídricos del Zoo, el grado de generación de energía es suficientemente significativo como para contemplarlo; y la aplicación de cultivos hidropónicos de lechuga es el que mayor autosuficiencia aporta.

Abstract

Presently, a 54% of the world's population resides in urban areas and it is foreseen that this reaches 66% in 2050. This growth of the urban population will also increase the consumption of energy, food and water. Thus, it is coherent to look for solutions within the urban areas to minimize the demand of said inputs. The main approach of this report is to analyse the roofs of the buildings within a delimited area, the Barcelona Zoo and, once finished the analysis, set up the implementation of several types of roofs to increase de self-sufficiency of this institution.

Throughout the characterization and analysis of the potential surface of the roofs of the different buildings of the Zoo, three possible scenarios have been set up and studied to be implemented -water collection, renewable energy and food production. Regarding water collecting, only a 1% of self-sufficiency is reached, while in the case of food production, the use of hydroponic crops gives a self-sufficiency five times higher than the consumed quantity. In the energy scenario two vectors are contemplated, photovoltaic and thermal power, that provide a self-efficiency of 3.25% and 20.36% respectively, taking into account that they can only be implemented in two roofs due to the high number of limiting factors. This data leads to consider the implementation of a mixed scenario in the "Aviari" building, which gives a 93% of self-sufficiency for water resources and a 100% with photovoltaic energy with respect to the consumptions of the building, and a 62% respect to the whole food consumption of the Zoo. It therefore follows that the rainwater collection system is not relevant compared to the water consumption of the Zoo, the energy generation is significant enough to be taken into account; and that the implementation of hydroponic lettuce crops is the one that adds more self-sufficiency.

LLISTA D'ACRÒNIMS I ABREVIACIONS

WAZA: World Association of Zoos and Aquariums

UICN: Unió Internacional per la Conservació de la Natura

capes WM: capes Web Map

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

TFM: Energia Solar fotovoltaica

kWh: kilo Watts hora

MWh: Mega Watts hora

CO₂: Diòxid de Carboni

nZEB: Consum d'Energia Quasi Zero

AEMET: Agencia Estatal de Meteorologia

GEH: Gasos d'Efecte Hivernacle

ICGC: Institut cartogràfic i Geològic de Catalunya

ICE: Institut Català d'Energia

ACS: Aigua Calenta Sanitaria

TIG: Tecnologies de la Informació Geogràfica

CAD: Computer Assisted Drawing

SIG: Sistema d'Informació Geogràfica

PVs: Photovoltaic System

LIDAR: Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging

PCR: Plantació, cultiu i recol·lecció

NFT: Nutrient Film Technique

B:SM: Barcelona de Serveis Municipals

FGC: Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

DAFO: Debilitats, Amenaces , Fortaleses i Oportunitats

LLISTA DE FIGURES

Figura 1.1: Diagrama de beneficis de les diferents cobertes. Font: Inèdit.	21
Figura 1.2: Esquema de diferents tipus de cobertes.	21
Figura 1.3: Representació d'una coberta vegetal.	22
Figura 1.4: Esquema de coberta extensiva	23
Figura 1.5: Esquema de coberta semi-intensiva	23
Figura 1.6: Esquema de coberta intensiva	24
Figura 1.7: Esquema de coberta naturalitzada.....	24
Figura 1.8: Esquema de coberta hort.....	24
Figura 1.9: Instal·lació de recollida d'aigües pluvials.....	25
Figura 1.10: Esquema de funcionament de les cèl·lules de les plaques solars (EnErGi, sense data).....	28
Figura 1.11: Esquema de funcionament de caldera solar (Home, 2013).	29
Figura 1.12: Edifici ACROS. Font: greenroofs.....	30
Figura 1.13: Edifici Sun-Moon Mansion. Font: ifeelmaps.	30
Figura 1.14: Edifici Solar Ark. Font: ifeelmaps.....	30
Figura 1.15: Edifici Jacob Burckhardt Haus. Font: tuchschmid.	31
Figura 1.16: Edifici Hundertwasser House. Font: Bcn ecologia.....	31
Figura 1.17: Mapa de cobertes de Barcelona. Font: Ajuntament de Barcelona.	32
Figura 1.18: Principals avantatges de les cobertes a Barcelona. Font: Ajuntament de Barcelona.	34
Figura 1.19: Zoo de Barcelona ubicat al Parc de la Ciutadella. Font: Google Earth Pro.....	37
Figura 1.20: Timeline històric del Zoo de Barcelona. Font: elaboració pròpia. .	38
Figura 1.21: Climatologia de Barcelona. Elaboració pròpia a partir de AEMET.	39
Figura 1.22: Dibuix esquemàtic de les diferents radiacions.	40
Figura 1.23: Histograma de la radiació de Barcelona (1983-2005). Font: Elaboració pròpia mitjançant el Atlas de Radiació Solar a Espanya.	40
Figura 4.1: Diagrama dels diferents escenaris derivant a un escenari mixt ideal. Font: elaboració pròpia.....	50
Figura 4.2: Diagrama del camí per a les classificacions i descart de cobertes. Font: elaboració pròpia.....	50
Figura 4.3: Mapa del Zoo de Barcelona estret de ICGC.	51
Figura 4.4: Detall dels passos a seguir per a mesurar les àrees de les cobertes mitjançant AutoCAD. Font: elaboració pròpia.....	53
Figura 4.5: Esquema de la delimitació de la zona d'ombres	59
Figura 5.1: Consum d'aigua del Zoo de Barcelona. Font dades: direcció Zoo de Barcelona. Elaboració pròpia.	64
Figura 5.2: Consum de Gas del Zoo de Barcelona. Font dades: direcció Zoo de Barcelona. Elaboració pròpia.	65
Figura 5.3: Consum d'electricitat del Zoo de Barcelona. Font dades: direcció Zoo de Barcelona. Elaboració pròpia.	65
Figura 5.4: Plànol del Terrari. Font: Elaboració pròpia.	89

Figura 5.5: Fotografia dels 10 panells solars tèrmics per a escalfar l'aigua. Font: elaboració pròpia.....	90
Figura 5.6: Plànol de l'Aviari. Font: Elaboració pròpia.....	91
Figura 5.7: Fotografia de la coberta de l'Aviari. Font: Elaboració pròpia.	92
Figura 6.1: Coberta dels micos arborícoles eliminada en l'escenari de captació hídrica. Font: elaboració pròpia.	96
Figura 6.2: Percentatge d'abastiment de l'Aviari. Font: elaboració pròpia.....	98
Figura 6.3: Gràfica de percentatge de satisfacció de la demanda segons el volum. Font: Elaboració pròpia.	99
Figura 6.4: Percentatge d'abastiment del Terrari. Font: Elaboració pròpia. ..	100
Figura 6.5: Satisfacció de la demanda segons el volum. Font: Elaboració pròpia.	101
Figura 6.6: Zona d'ombres de seguretat de l'Aviari. Font: Elaboració pròpia.	107
Figura 6.7: Zona d'ombres de seguretat del Terrari. Font: Elaboració pròpia.	109
Figura 6.8: gràfica dels consums d'hortalisses del Zoo. En verd, l'enciam, el de més quantitat i el més viable. Font: elaboració pròpia en base a les dades de l'administració del Zoo.....	121
Figura 6.9: Foto d'enciam.....	121
Figura 6.10: Exemples de sistema NFT on creix molt bé l'enciam. Font: San Diego Hydro.	122
Figura 6.11: Exemples de sistema EBB & Flow on pot créixer l'enciam Font: EBB & flow hydroponics system.	123
Figura 6.12: Cicle que es repeteix cinc cops al llarg de tot l'any. Font: elaboració pròpia.	125
Figura 6.13: Diagrames de barres d'enciams consumits Vs. enciams produïts. Font: elaboració pròpia.....	127
Figura 6.14: Gràfica de la Taula 6.20. Font: elaboració pròpia.....	130
Figura 6.15: Disseny d'ubicació dels diferents elements per a coberta hidropònica educacional. Font: elaboració pròpia mitjançant AutoCAD.....	131
Figura 6.16: Quilòmetres des de Mercabarna fins al Zoo de Barcelona. Font: Google Maps.....	132
Figura 11.1: Percentatge de consums del projecte. Font: elaboració pròpia..	167

LLISTA DE TAULES

Taula 4.1: Taula dels coeficients d'escolament per als diferents tipus de materials de cobertes (Farreny et al, 2011).	57
Taula 4.2: Taula dels coeficients d'escolament per als diferents tipus de materials de paviments (Angrill et al, 2016).	57
Taula 4.3: Coeficient de correcció segons la latitud. Font: elaboració pròpia a partir de CENSOLAR	58
Taula 4.4: Factor adimensional segons la inclinació. Font: Elaboració pròpia a partir del dossier de l'ICE.	60
Taula 5.1: Fruïtes i verdures consumides en el Zoo en quilograms. Font: elaboració pròpia.....	66
Taula 6.1: Taula resum d'escenari de captació hídrica. Font: elaboració pròpia.	95
Taula 6.2: Pluviometria de la ciutat de Barcelona. Font: elaboració pròpia.....	96
Taula 6.3: Percentatge d'abastiment de l'aviari. Font: Elaboració pròpia.	98
Taula 6.4: Grau de satisfacció segons la capacitat del dipòsit. Font: elaboració pròpia.	99
Taula 6.5: Grau de satisfacció segons la capacitat del dipòsit. Font: elaboració pròpia.	101
Taula 6.6: Taula resum d'escenari energètic. Font: Elaboració pròpia.....	104
Taula 6.7: Comparació de panells fotovoltaics. Font: Elaboració pròpia.	105
Taula 6.8: Factor K_2 segons la inclinació. Font: Elaboració pròpia a partir del dossier de l'ICE.	107
Taula 6.9: Comparació de captadors solars. Font: Elaboració pròpia.	112
Taula 6.10: Taula resum d'autosuficiències de l'escenari energètic. Font: Elaboració pròpia.	116
Taula 6.11: Taula resum de reducció d'emissions de CO ₂ derivat. Font: Elaboració pròpia.	116
Taula 6.12: Taula resum d'escenari alimentari. Font: elaboració pròpia.	118
Taula 6.13: Taula de la superfície total en metres quadrats totals. Font: elaboració pròpia.....	119
Taula 6.14: Taula calendari d'hortalisses potencials per a cultivar en el Zoo, en groc el període de plantació i verd de recol·lecció. Font: elaboració pròpia mitjançant diverses fonts d'Internet.	120
Taula 6.15: Principal avantatges del cultiu hidropònic. Font: elaboració pròpia.	122
Taula 6.16: Exemple de calendari separats en quinzenes per a cultivar enciams. Font: elaboració pròpia.....	124
Taula 6.17: Taula resum de les característiques més importants per plantar enciams. Font: elaboració pròpia.	125
Taula 6.18: Taula resum de les característiques més importants per plantar col d'hivern. Font: elaboració pròpia.	128
Taula 6.19: Exemple de calendari separats en quinzenes per a cultivar col d'hivern. Font: elaboració pròpia.	128

Taula 6.20: Dades de quilos per any consumits i recol·lectades de les dues hortalisses estudiades. Font: elaboració pròpia.	129
Taula 6.21: Anàlisi DAFO per a captació d'aigua. Font: Elaboració Pròpia. .	135
Taula 6.22: Anàlisi DAFO per a producció energètica. Font: Elaboració Pròpia.	136
Taula 6.23: Anàlisi DAFO per a producció alimentària. Font: Elaboració Pròpia.	136
Taula 6.24: Anàlisi DAFO per a escenari mixt. Font: Elaboració Pròpia.	137
Taula 6.25: Taula d'anàlisi creuada. Font: Elaboració Pròpia.	137
Taula 8.1: Recull dels diferents beneficis de les propostes de millora. Font: Elaboració pròpia.	163

01

Antecedents



1. ANTECEDENTS

1.1. Les ciutats

Des dels seus inicis, l'ésser humà duia a terme un model de vida nòmada, el qual estava profundament condicionat per les condicions climatològiques i les necessitats que presentaven els diferents individus. Això no obstant, amb l'aparició de l'agricultura al Neolític, emergeix un nou model més sedentari, el qual va propiciar la creació dels primers poblats. No és fins el 3200 aC. (National Geographic, 2013), però, que podem començar a parlar de ciutats pròpiament, quan es van començar a constituir els primers nuclis urbans que podien acollir i sostenir un major nombre d'habitants.

L'evolució al llarg de la història d'aquest paradigma basat amb el sedentarisme ha arribat a constituir i configurar les grans ciutats que existeixen actualment, definint-les com a àrees urbanes d'alta densitat poblacional, amb atribucions tant polítiques com administratives, econòmiques i/o religioses on hi predominen la indústria, el comerç i els serveis; i que es poden dividir en tres estatges principals, que són el subterrani, el superficial o d'espais públics, i el superior o edificacions.

1.1.1. L'estatge subterrani

L'evolució de l'espai subterrani de les ciutats ha estat transcendental per al desenvolupament d'aquestes, ja que és aquell estatge que inclou tant l'entramat de túnels com les diferents infraestructures soterrades, és a dir, les xarxes de clavegueram i de distribució d'aigua, gas i electricitat, entre d'altres; totes elles imprescindibles per a plaure les necessitats de la població.

Les xarxes de distribució d'aigua, gas i electricitat consisteixen en totes aquelles obres i elements interconnectats amb el propòsit de subministrar aquests serveis des dels proveïdors fins als consumidors. Creada amb un objectiu purament econòmic, la seva transformació, amb un caire cada vegada més social, ha esdevingut fonamental en l'evolució de les ciutats, ja que han respòs a una demanda d'aquests serveis cada cop més pronunciada. Aquest fet ha implicat unes instal·lacions en contínua expansió i un cost energètic cada cop major, tant en la distribució com en la generació d'aquests serveis. Per aquest motiu, les xarxes de serveis soterrades són les més extenses dins l'entramat urbà, i hi juguen un paper crucial tant en el bon funcionament de la societat com en la configuració dels cascs urbans.

1.1.2. Espais públics

Els espais públics són tots aquells territoris com carrers, places, parcs, espais fluvials, etc.; que es troben dins el casc urbà, que són d'accés lliure i sense condicions, i de titularitat pública. La seva funció principal és assegurar una bona accessibilitat externa a l'àrea urbana i oferir canals de comunicació interurbana per a facilitar l'estesa de les xarxes de serveis urbans.

Entre els espais públics, trobem les següents tipologies:

- **Espais verds:** són zones obertes on hi ha una certa concentració de biodiversitat vegetal, la qual suposa, a la vegada, un suport per a la biodiversitat animal. Aquests espais constitueixen zones a l'aire lliure per al lleure. Els espais verds aporten un seguit de beneficis ambientals i socials que són bàsics per a la millora de la qualitat de vida i el benestar. La principal funció ambiental que aquests espais duen a terme és que actuen a mode de pulmons de la ciutat, fixant el diòxid de carboni i generant oxigen, regulant el microclima urbà. A més, això es veu reforçat pel fet que també actuen com a reguladors tèrmics, ja que la vegetació té la capacitat d'absorbir la radiació. Aquests dos efectes ajuden a mitigar un dels principals problemes de les grans ciutats, l'illa de calor¹.
- **Espais lliures:** són aquells espais que fan referència a qualsevol zona a l'aire lliure i sobretot d'ús predominantment peatonal. Per tant, s'inclouen en aquesta definició carrers, avingudes, rambles, places i demés elements urbans.



Figura 1.1: Turó Park, zona verda al barri de Sarrià, Barcelona. (ilivebarcelona, 2015)

Així doncs, en el seu conjunt, els espais públics conformen la xarxa viària de les ciutats.

1.1.3. Edificacions

Les edificacions han patit una evolució molt marcada al llarg de la història degut a les pressions demogràfiques i a la incorporació de noves tecnologies, com, per exemple, l'electricitat. En aquest sentit, s'observa que les ciutats han experimentat un eixamplament amb la construcció de nous barris, més homogenis, normalment organitzats de manera molt més ordenada sota els

¹ Fenomen que s'utilitza per descriure la calor característica tant de l'atmosfera com de les superfícies d'una ciutat, provocat per l'emmagatzematge de calor segons la tipologia dels materials de les superfícies urbanes. (Arandes, 2016)

principis de la mobilitat, amb més instal·lacions i serveis, que han acabat configurant la morfologia urbana actual.

L'evolució dels edificis i l'expansió progressiva de les ciutats han acabat configurant l'estatge superior actual, un mosaic format per les cobertes de cada un dels edificis. Aquestes cobertes es poden agrupar segons les tipologies:

- **Terrats:** són cobertes planes amb un cert grau d'inclinació en les quals s'hi poden dur a terme certes activitats quotidianes, com estendre la roba.
- **Cobertes lleugeres:** cobertes metàl·liques o de materials similars amb un pendent d'uns 30°, típiques d'edificis comercials i industrials.
- **Cobertes de teules:** més comunes d'edificacions unifamiliars, són cobertes amb una major inclinació i, per tant, de difícil accés i manteniment.
- **Celoberts:** patis o zones interiors amb una funció de ventilació i d'aportació de llum natural.

Les ciutats i els seus estatges han anat evolucionant i adaptant-se a les necessitats de la població, passant de ser senzilles agrupacions de cases a grans metròpolis amb un entramat urbà extremadament complex en el qual existeix una gran varietat de funcions i serveis, sense els quals la vida quotidiana seria impossible, albergant actualment el 54% de la població mundial. Està previst, però, que el 2050 arribi al 66%.

Les fonts i mecanismes energètics han evolucionat paral·lelament segons les necessitats de la societat, arribant a un model basat en un consum energètic globalment elevat i la dependència d'una energia provinent de fonts poc netes i renovables. La demanda energètica no es pot assumir únicament amb el model present, no només per la insuficiència de recursos, sinó també per la problemàtica ambiental que suposa mantenir aquestes pràctiques, convertint les ciutats en un dels principals focus de contaminació i causes del canvi climàtic.

1.2. Cobertes mosaic

Les cobertes mosaic són un projecte sorgit com a resposta a l'actual incapacitat de les ciutats a resoldre, o com a mínim mitigar, la problemàtica energètica actual i a la necessitat de donar-hi una solució, a partir de la transformació de cobertes urbanes, les quals ocupen una gran extensió dins les ciutats, en espais productius sostenibles.

Aquest projecte cerca promoure la instal·lació de sistemes que combinen instal·lacions d'energies renovables amb espais agrícoles, verds i/o de captació d'aigua de pluja per a reconvertir i renovar les cobertes en desús de les ciutats en noves zones verdes i d'autoproducció, per a poder assolir així un major grau de sostenibilitat.

De l'aplicació d'aquests sistemes en deriven una seguit de beneficis, els quals són:

- **Increment del valor econòmic de l'edifici:** l'aplicació de cobertes als edificis aporten un valor afegit a l'immoble, ja que aporten unes característiques més sostenibles i, en molts casos, la recuperació de terrats amb nous usos.
- **Increment de la impermeabilització:** sobretot les cobertes vegetals, aporten una capa d'aïllament addicional que protegeix la membrana impermeabilitzant dels edificis.
- **Aïllament acústic:** les cobertes redueixen tant la reflexió com l'impacte acústic, millorant la qualitat de vida.
- **Aïllament tèrmic:** l'aïllament addicional que comporten les cobertes, depenent de quina sigui la seva tipologia, redueix la transferència de temperatura entre l'interior i l'exterior de l'edifici, produint un estalvi energètic, sobretot referents a sistemes termoreguladors.

Beneficis de caire ambiental:

- **Reducció de l'efecte illa de calor:** de la mateixa manera que les zones verdes, les cobertes, sobretot les vegetals, propicien una disminució d'aquest fenomen.
- **Captació i emmagatzematge d'aigua:** les cobertes són utilitzades com a dipòsit d'acumulació d'aigua, la qual pot ser reutilitzada dins la pròpia finca. Això permet, a més, la reducció de dèficits hídrics temporals a les ciutats.
- **Reducció dels nivells de contaminació:** l'ús de vegetació en les cobertes proporciona una millor qualitat atmosfèrica, i la utilització de mètodes energètics renovables redueix la contaminació.
- **Millora del paisatge urbà i de la qualitat de vida:** l'aplicació de cobertes podria variar de manera significativa tant el paisatge com el nivell de vida, a partir d'un model d'autosuficiència que inclogui energies renovables i un augment substancial de les zones verdes a les ciutats.

- **Potenciació de l'autosuficiència urbana:** les cobertes aporten un nou mètode d'aprofitament de l'espai urbà amb el qual es podrà aconseguir de manera ecològica i sostenible recursos energètics, hídrics i alimentaris.

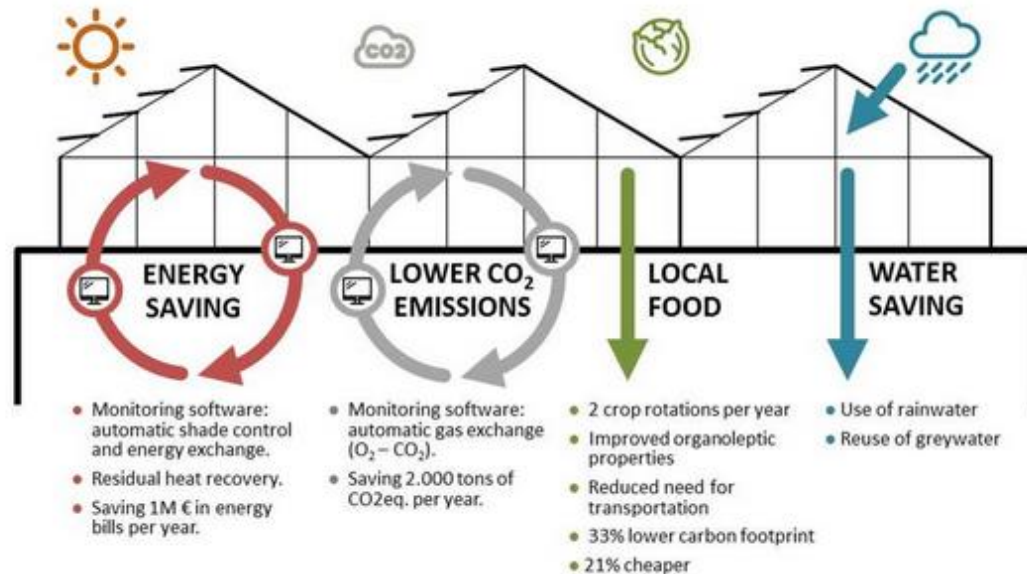


Figura 1.1: Diagrama de beneficis de les diferents cobertes. Font: Inèdit.

Aquests beneficis variaran depenent de la tipologia de coberta que s'apliqui en cada cas. Així doncs, desglossem les diferents tipologies en verdes, hídriques, energètiques i mixtes o mosaic, que serien la combinació de les diferents tipologies.

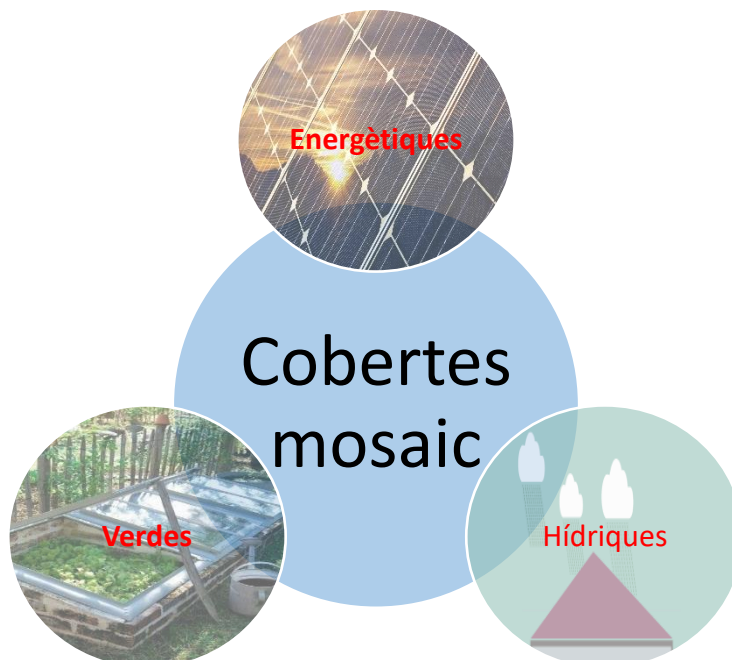


Figura 1.2: Esquema de diferents tipus de cobertes.

1.2.1. Cobertes verdes

Una cosa que es pot percebre ja són les cobertes enjardinades o verdes, les quals consisteixen en un sistema constructiu que té un acabat vegetal sobre un cert gruix de terra o substrat i que és concebut especialment per obtenir beneficis ambientals. En aquest sistema, la cobertura de vegetació pot ser total o parcial, i fa referència a tecnologies de construcció per millorar l'hàbitat o estalviar consum d'energia, és a dir, tecnologies que compleixen una funció ecològica. Per aquest motiu són considerades un bon exemple de disseny urbà multifuncional.

Les cobertes verdes segueixen un patró de construcció que assegura un entorn el més semblant a la natura per a que s'hi pugui desenvolupar un bon creixement de la vegetació. D'aquesta manera, s'apliquen un model multicapa que permet satisfer les necessitats del sistema, representat a la següent figura.

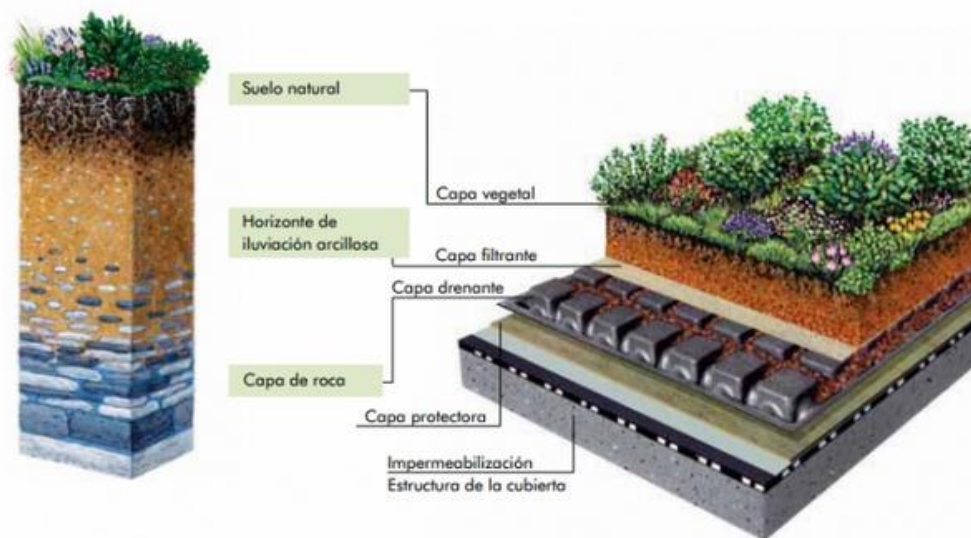


Figura 1.3: Representació d'una coberta vegetal.

- **Capa vegetal:** dependrà molt de quin és l'ús que se li vol donar a la coberta. Això no obstant, s'han de tindre en compte un seguit de condicions generals per a la capa vegetal, que són el microclima de la coberta, el gruix màxim de substrat que s'hi pot aplicar i les capacitats i necessitats de la pròpia vegetació.
- **Substrats:** són barreges de diferents terres i sorres dissenyats específicament per a aquestes cobertes. La seva tria és essencial, tant a nivell constructiu com a nivell de necessitats de la capa vegetal, doncs ha de complir un seguit de característiques per a que sigui compatible amb les condicions de l'edifici i de la vegetació.
- **Filtre:** normalment capes de geotèxtils fabricats específicament per a les cobertes vegetals, evita el transport de partícules fines provinents del substrat cap a la capa drenant.
- **Capa drenant:** és indispensable, ja que és de vital importància que hi hagi una bona ventilació del substrat i una bona evacuació de l'excés d'aigua, no només per a la capa vegetal, sinó per evitar problemes a l'estructura

de l'edifici. Les seves característiques variaran segons la tipologia, la vegetació i l'ús que s'atribueixi a la coberta.

- **Capa de protecció:** la seva funció és evitar que la capa impermeabilitzant sigui malmesa, i les seves característiques depenen de quin tipus de coberta vegetal i substrat s'hagin aplicat.
- **Capa impermeable:** És un dels aspectes més importants de les cobertes, doncs ha d'evitar problemes estructurals greus a l'edifici. Normalment consisteix en una membrana impermeable la qual, a part de la resistència mecànica, ha de ser resistent a la penetració de les arrels. En cas contrari, s'afegeix una capa "antiarrels".
- **Estructura de la coberta:** fa referència a la tipologia de material existent a la coberta original. D'aquesta en dependrà la tipologia de coberta que s'apliqui.

Una coberta verda ben plantejada proporciona caràcter a l'edifici, i cada vegada són més considerades com un bé preuat, un nou espai d'oci i un mecanisme que contribueix a millorar, no només el pulmó de la ciutat, sinó també el paisatge urbà. Aquest últim factor, el d'embelliment, de la mateixa manera que molts altres, defineix el disseny i les característiques de les cobertes. A partir d'aquesta variabilitat trobem diverses classes de cobertes vegetals.

1.2.1.1. Cobertes verdes extensives

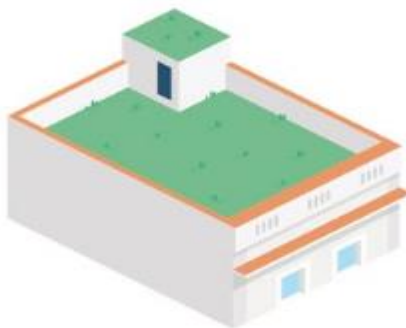


Figura 1.4: Esquema de coberta extensiva

Són sistemes vegetals lleugers amb un substrat poc profund i baix en contingut de nutrients. Incorpora vegetació sense massa requeriments ni pel seu desenvolupament ni pel manteniment, normalment plantes crasses, herbàcies perennifòlies, gramínies, bulboses i/o vivaces.

Els seus objectius principals són la millora estètica i ambiental de la ciutat, l'estalvi energètic de l'edifici i l'aïllament acústic.

1.2.1.2. Cobertes verdes semi-intensives



Figura 1.5: Esquema de coberta semi-intensiva

Són cobertes a mig camí entre les extensives i els jardins. Amb més substrat que les extensives, s'hi aplica vegetació que requereix un major grau de manteniment, tot i que es manté en bona part el caràcter d'autonomia. Per aquest motiu la vegetació acostuma a ser típica de la zona, de port baix i ben adaptada a les condicions climàtiques. En aquestes cobertes hi trobem un disseny més elaborat i en les quals hi poden

transitar les persones. Per tant hi trobem un cert ús recreatiu, a més dels mateixos objectius que les extensives.

1.2.1.3. Cobertes verdes intensives

Altament conegudes com a jardí, estan dissenyades com a espais recreatius en els quals s'hi poden instal·lar altres elements com enllumenat, mobiliari, pèrgoles, etc. Necessiten un manteniment més acurat, sobretot depenent del tipus de vegetació, ja que s'incorporen plantes d'alt port arbustives, palmàries i arbòries. Mantenint els objectius de les cobertes semi-intensives, adopten un caire molt més recreatiu.



Figura 1.6: Esquema de coberta intensiva

1.2.1.4. Cobertes verdes naturalitzades

Són cobertes dissenyades específicament per fomentar l'hàbitat d'una flora o fauna concreta, sobretot autòctones, i que podrien servir com a connectors ecològics. Per tant, els seus principals objectius són un augment de la biodiversitat i la recuperació d'hàbitats malmesos per processos de construcció, afegits als de les cobertes extensives.



Figura 1.7: Esquema de coberta naturalitzada

1.2.1.5. Cobertes hort



Figura 1.8: Esquema de coberta hort

Són cobertes especialitzades en l'autoproducció d'aliments i que es dissenya segons les característiques de l'edifici on s'aplica. La vegetació que hi trobem sol ser hortícola, tot i que també hi podem trobar plantes medicinals, aromàtiques i arbres fruiters. Requereix un manteniment similar al de qualsevol activitat agrícola, i comparteix amb aquestes els objectius, és a dir, generar recursos i autoocupació, contribuir a la seguretat alimentària, reutilitzar el compost, i, fins i tot, servir com a educació ambiental en termes agrícoles i promoure el treball col·lectiu, a més dels objectius especificats a les cobertes intensives.

A continuació, després d'analitzar els diferents tipus de cobertes verdes existents, s'enumeren els avantatges i limitacions que les cobertes vegetals ens ofereixen.

- **Avantatges de les cobertes vegetals:**

- Millora del clima urbà a partir d'una reducció de l'escalfament urbà.
- Reducció de la contaminació, funcionen com un filtre ambiental.
- Incrementa la retenció d'aigua, ja que retenen fins a un 80% de la precipitació.
- Millora de la protecció acústica, ja que atenuen el soroll, especialment a baixes freqüències. Un sostre extensiu pot arribar a reduir fins a 40 dB, mentre que un intensiu pot arribar a atenuar fins a 50 dB.
- Estalvi d'energia a partir d'un aïllament tèrmic eficient.
- Prolongació de la vida útil de la impermeabilització en estar protegida.
- Proporciona noves zones verdes a la ciutat, millorant la qualitat de l'aire de la ciutat.
- Millora de la visualització i espais d'oci de la ciutat.

- **Limitacions de les cobertes vegetals:**

- Tenen molts requisits estructurals, molt especialment les intensives, que, tècnicament, són un esforç que es tradueix en un augment econòmic en despeses.
- Alguns edificis ja existents no poden ser modificats perquè no suportarien el pes del sòl i vegetació.
- Els costos de manteniment poden ser majors segons el tipus de sostre.
- La instal·lació d'una adequada capa impermeable i a prova d'arrels pot augmentar el cost d'instal·lació.
- És necessària mà d'obra especialitzada en l'execució.
- Els problemes derivats d'humitats o goteres en immobles davant d'una mala execució poden derivar en un cost econòmic alt.

1.2.2. Cobertes hídriques

L'aigua de pluja és un recurs alternatiu per al subministrament d'aigua en el sector de l'edificació, tot i que existeixen inèrcies normatives, tècniques i de



Figura 1.9: Instal·lació de recollida d'aigües pluvials.

mercat que impedeixen la implantació de tecnologies innovadores. Les aigües pluvials recollides, filtrades i acumulades de forma adequada, representen una font alternativa d'aigua de bona qualitat que permet substituir l'aigua potable en determinades aplicacions i, d'aquesta manera, contribueixen a l'estalvi d'aquest recurs.

Una instal·lació per a aprofitament d'aigües pluvials consta d'una sèrie d'elements essencials: una superfície de recollida, un dipòsit d'acumulació, amb els corresponents bomba de pressió i sortidor; i les canalitzacions que

connecten la zona de recollida amb el dipòsit i aquest amb els punts de consum. Aquesta descripció és esquemàtica, doncs la complexitat del sistema varia en funció de l'ús posterior que se li vulgui donar a l'aigua de pluja recollida.

Si els punts de consum estan situats a l'exterior i l'aigua es destina a reg, el sistema s'assimila bastant al descrit anteriorment, mentre que si l'aigua de pluja està destinada també a ser consumida en punts de l'interior de l'habitatge serà necessària la instal·lació d'un filtre adequat i una unitat de control que commuti a l'aigua de xarxa quan el dipòsit no tingui reserves disponibles. D'aquesta manera, el cost es veurà incrementat en funció de la dimensió i complexitat de la instal·lació, dels materials usats i de les dificultats tècniques que s'hagin de solucionar en cada cas.

Hi ha diversos factors que poden alterar la qualitat de l'aigua, tot i que fonamentalment els més importants són la brutícia, la llum (Raigs UV) i l'excés de calor. Les solucions que s'apliquen a les aigües pluvials habitualment passen per la instal·lació de filtres adequats, dipòsits construïts amb materials opacs i, sempre que sigui possible, optar per enterrar el dipòsit, ja que s'evita el contacte directe amb la llum del sol i la calor. En l'actualitat, hi ha al mercat una àmplia gamma de dipòsits, bombes, filtres, unitats de control, etc. L'oferta abasta pràcticament tot tipus de necessitats pel que fa a usos, mesures, materials i costos, i la professionalitat en el sector ha arribat a un alt nivell.

Bàsicament, un sistema de recol·lecció, emmagatzematge i aprofitament d'aigües pluvials eficient està format per:

- **Superfície de recol·lecció de les aigües pluvials:** poden ser cobertes, terrats, etc. No es recomanen superfícies de patis ni cobertes enjardinades verdes, ja que són susceptibles de contenir massa biomassa que seria arrossegada per l'aigua de pluja i col·lapsaria el filtre o decantador. Cal tenir en compte que determinats materials estan contraindicats ja que desprenen partícules tòxiques o fibres contaminants, com l'amiant (fibrociment, uralita). A més, s'han de tindre en compte altres factors com, per exemple, que les teles asfàltiques poden variar la composició de l'aigua.
- **Xarxa de conductes:** consta de dos trams diferenciats, que són el que discorre entre la superfície de captació i el dipòsit, i el que connecta aquest amb els punts de consum. La recol·lecció de l'aigua no difereix de l'habitual en cobertes, consistent en canalons en cobertes inclinades, embornals en cobertes planes, etc. Un material especialment indicat per a la xarxa de canonades és el polietilè, que no resulta malmès degut a la baixa duresa de l'aigua de pluja. Si s'utilitza aquest material en els conductes, hem d'assegurar-nos que únicament discorren per ells aigües pluvials, pel que no és convenient omplir el dipòsit pluvial amb aigua de xarxa en època de manca de recursos. El més adequat seria instal·lar un mecanisme de control per activar i desactivar el circuit d'aigües pluvials, i utilitzar materials convencionals en els conductes susceptibles de transportar els dos tipus de aigua (del commutador o unitat de control, que

té presa d'aigua de pluja del dipòsit i pren d'aigua de xarxa, als punts de consum), si no es vol doblar tota la instal·lació.

- **Dipòsit d'acumulació:** l'aigua s'emmagatzema en un o diversos dipòsits connectats en sèrie, que habitualment disposen d'un filtre d'entrada i/o decantador per gravetat, fet que variarà en funció de l'ús que se li vulgui donar a l'aigua recollida; una mànega d'aspiració amb boia la qual assegura la màxima qualitat de l'aigua sense remoure possibles residus que han precipitat i romanen al fons; i un sortidor connectat a la xarxa de sanejament. Aquests dipòsits han de garantir un òptim emmagatzematge, impedit l'entrada de llum

Així doncs, els diversos avantatges que trobem en aquests tipus de cobertes són:

- Retenció de l'aigua.
- Augment dels recursos hídrics de la ciutat.
- Augment de la humitat relativa atmosfèrica de la ciutat.

1.2.3. Cobertes energètiques

L'energia solar és la produïda per la llum o energia fotovoltaica; i la calor del sol o termosolar, per a la generació d'electricitat o la producció de calor. Inesgotable i renovable, s'obté per mitjà de panells i miralls.

En aquest cas, els terrats són la millor opció en la qual aplicar les cobertes energètiques, doncs les seves condicions, tant per ubicació com per quantitat de radiació rebuda, són òptimes per a la seva implantació.

1.2.3.1. Cobertes fotovoltaiques

Les cèl·lules solars fotovoltaiques converteixen la llum del sol directament en electricitat per l'anomenat efecte fotoelèctric, pel qual determinats materials són capaços d'absorbir fotons i alliberar electrons, generant així un corrent elèctric.

El principi de l'efecte fotovoltaic consisteix en la conversió directa de la radiació solar en corrent elèctric, aprofitant les propietats dels materials semiconductors. El semiconductor per excel·lència més utilitzat per la fabricació de cèl·lules fotovoltaiques és el cristall basat en el silici, un element present en grans quantitats al nostre planeta.

Les plaques solars del mercat produeixen electricitat en funció de les hores de radiació que reben en el lloc concret d'instal·lació. Les línies de recerca en energia fotovoltaica tenen objectius com incrementar el rendiment de les cèl·lules rígides minimitzant l'impacte ambiental de la purificació del silici, aconseguir cèl·lules flexibles, o, mitjançant nanotecnologia, vincular fotosíntesi i efecte fotovoltaic.

Amb la radiació solar, els fotons que incideixen sobre les cèl·lules fotovoltaiques i aconseguen penetrar al seu interior, tenen suficient energia com per provocar

la circulació dels electrons, i generar d'aquesta manera un flux de corrent continu a través dels circuits elèctrics de la instal·lació. Quant més gran és la intensitat de la llum, més gran és el corrent que una cèl·lula genera.

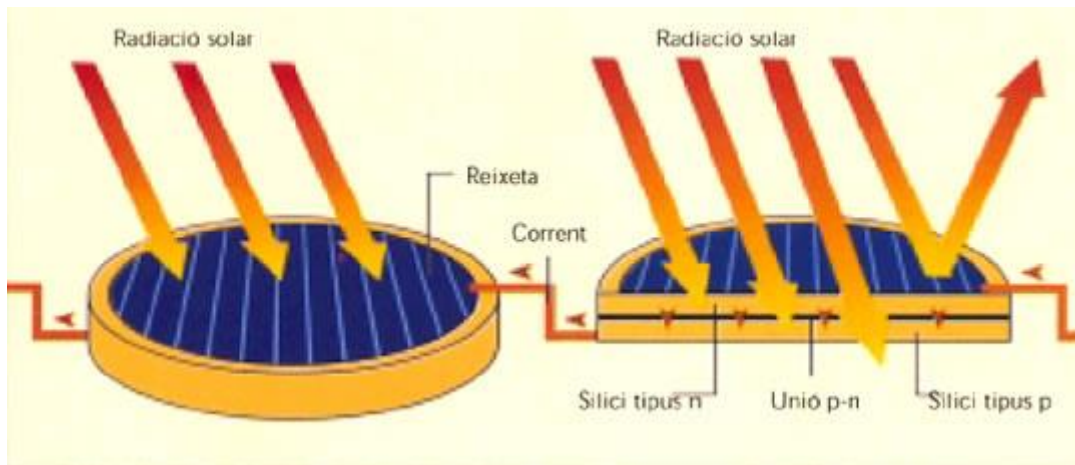


Figura 1.10: Esquema de funcionament de les cèl·lules de les plaques solars (EnErGi, sense data).

Donat que la potència elèctrica subministrada per cada cèl·lula és molt dèbil, és necessari associar-ne varies d'elles fins a formar el que s'anomena un mòdul fotovoltaic. A efectes pràctics, és necessari connectar varis d'aquests mòduls, ja sigui en sèrie, en paral·lel, o combinacions d'aquests, per obtenir la potència adequada per la utilització de l'usuari final.

L'ús d'energia solar fotovoltaica reporta una sèrie d'avantatges des del punt de vista energètic i econòmic que es poden relacionar de la següent manera:

- Té una elevada qualitat energètica.
- És inesgotable a escala humana.
- No requereix sofisticar les mesures de seguretat.
- No produeix residus tòxics de difícil o impossible tractament o eliminació.
- El seu balanç energètic és positiu generalment a partir del tercer al cinquè any.
- Rendibilitza un espai desaprofitat.
- Augmenta el valor del edifici.

Així mateix, hi ha inconvenients des del punt de vista energètic i econòmic, que es mostren a continuació:

- El cost de les instal·lacions és força alt.
- La no uniforme irradiació solar limita la possibilitat d'aprofitament d'aquesta energia a les zones i països amb un nombre elevat d'hores de sol.
- Es necessiten grans superfícies de terreny ocupades per les instal·lacions.
- No es pot emmagatzemar de forma directa, sent necessari realitzar una transformació energètica.
- Desemborsament inicial elevat.

1.2.3.2. Cobertes tèrmiques

La utilitat de la radiació solar per escalfar aigua d'ús domèstic és una molt accessible oportunitat d'estalvi i eficiència. L'ús de col·lectors solars domèstics incrementa l'autonomia dels usuaris i és recomanable tant en edificis com centres escolars i poliesportius, on en els vestuaris s'utilitza l'aigua calenta sanitària en abundància. L'energia solar tèrmica és cada vegada més present en teulades de domicilis i d'edificis d'ús públic.

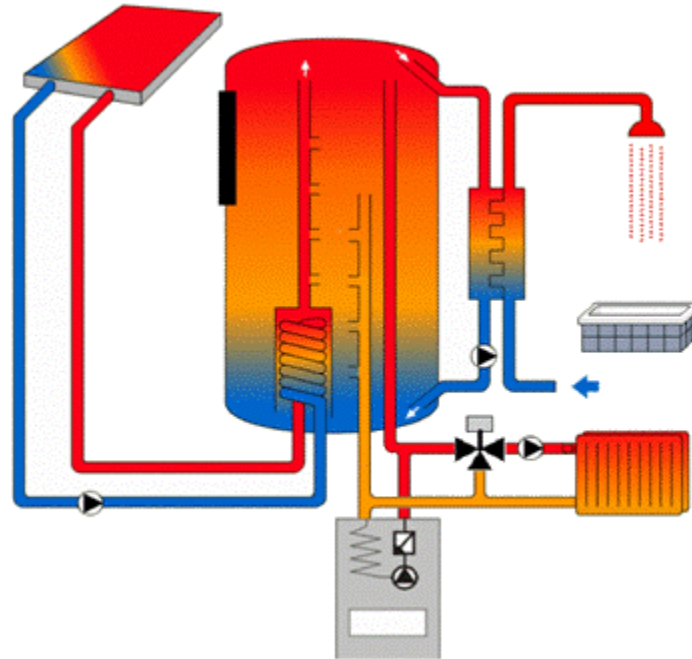


Figura 1.11: Esquema de funcionament de caldera solar (Home, 2013).

En l'anterior Figura 1.11 podem observar quin és el funcionament d'una caldera solar. La radiació incident escalfa l'aigua que contenen les plaques i aquesta és dirigida cap a un dipòsit, el qual necessita un cert nivell d'aïllament tèrmic per minimitzar les pèrdues de calor. Aquesta aigua emmagatzemada és conduïda cap a l'interior del domicili on serà utilitzada com a calefacció o bé serà consumida directament.

Un cop utilitzada, l'aigua serà redirigida cap al dipòsit des d'on es conduirà de nou cap a les plaques tèrmiques, reiniciant-se el procés.

1.2.4. Condicionants de l'aplicació de cobertes mosaic

Les cobertes mosaic estan pensades per a mitigar les diverses problemàtiques de caire energètic i ambiental actuals. Això no obstant, hi ha un seguit de factors que en condicionen la seva aplicació i que s'han de tenir en compte per a poder implantar-les.

- És necessari realitzar estudis de detall sobre la viabilitat d'aplicar-hi cobertes mosaic per a cadascun dels espais seleccionats.

- És important la prèvia definició de la tipologia de coberta que es vulgui instal·lar en funció dels usos i funcionalitat.
- S'han de preveure els detalls constructius i de seguretat necessaris.
- L'aplicació de les cobertes estarà condicionada per la resistència de l'edifici a les càrregues afegides.
- S'ha de preveure una instal·lació de subministrament d'aigua, en el cas de les cobertes verdes.
- Les espècies vegetals a aplicar a les cobertes verdes han de ser de les de mínim consum d'aigua i baix manteniment.

1.2.5. Exemples de cobertes mosaic

Actualment, no estan consolidades les cobertes mosaic com a tal. No obstant, al llarg dels anys, s'han anat aplicant diverses de les tipologies de coberta a arreu del planeta. A continuació, se n'exposen alguns exemples.



Figura 1.12: Edifici ACROS. Font: greenroofs.

Sun-Moon Mansion: Solar Valley construeix aquest edifici a Dezhou, província de Shangdong (Xina), amb un disseny que evoca un rellotge solar antic. És l'edifici més gran del món, amb 75.000 metres quadrats, que utilitza energia solar per proveir-se.

ACROS International Hall: Situat al centre de la ciutat de Fukuoka (Japó), és un centre d'intercanvi internacional, cultural i d'informació. Té una façana formada per diverses terrasses esglaonades amb coberta vegetal, i conforma una extensió del parc adjacent. Aquestes terrasses actuen com a aïllant acústic.



Figura 1.13: Edifici Sun-Moon Mansion. Font: ifeelmaps.



Figura 1.14: Edifici Solar Ark. Font: ifeelmaps.

Solar Ark: Aquest edifici és un dels edificis amb panells solars més grans del món. Està situat a Anpachi (Japó) i és propietat de SANYO. En els seus més de 300 metres d'ample i 37 d'alt té més de 5.000 panells, capaços de generar 530.000 kWh d'energia verda; a més, a la nit s'il·lumina amb unes 75.000 llums led.

Jacob Burckhardt Haus: és un complex arquitectònic format per 6 edificis d'oficines al costat de l'estació de mercaderies de Basilea (Suïssa). La unió dels espais superiors dels edificis ha permès la instal·lació d'una extensa coberta verda de 6.000 m², la qual té l'objectiu de dotar al complex de les màximes prestacions amb el mínim de recursos. La ventilació, la il·luminació natural i la protecció davant els camps electromagnètics són algunes característiques d'aquesta coberta.



Figura 1.15: Edifici Jacob Burckhardt Haus. Font: tuchschmid.



Figura 1.16: Edifici Hundertwasser House. Font: Bcn ecologia.

Hundertwasser House: Els habitants de l'edifici, ubicat a Viena (Àustria), tenen dret a decorar la part de façana que envolta les finestres al seu gust. Més de 200 arbres i arbustos poblen els balcons i terrasses, conformant un oasi verd enmig de la ciutat.

1.2.5.1. Cobertes a Barcelona

Barcelona és una ciutat densa amb una superfície d'uns 100 quilòmetres quadrats, dels quals un 67% correspon a terrats, sent el 33% restant cobertes lleugeres i de teules, com es pot veure a la Figura 1.17. Aquestes dades evidencien que es tracta d'una ciutat amb un potencial molt important referent a l'aplicació de cobertes mosaic.

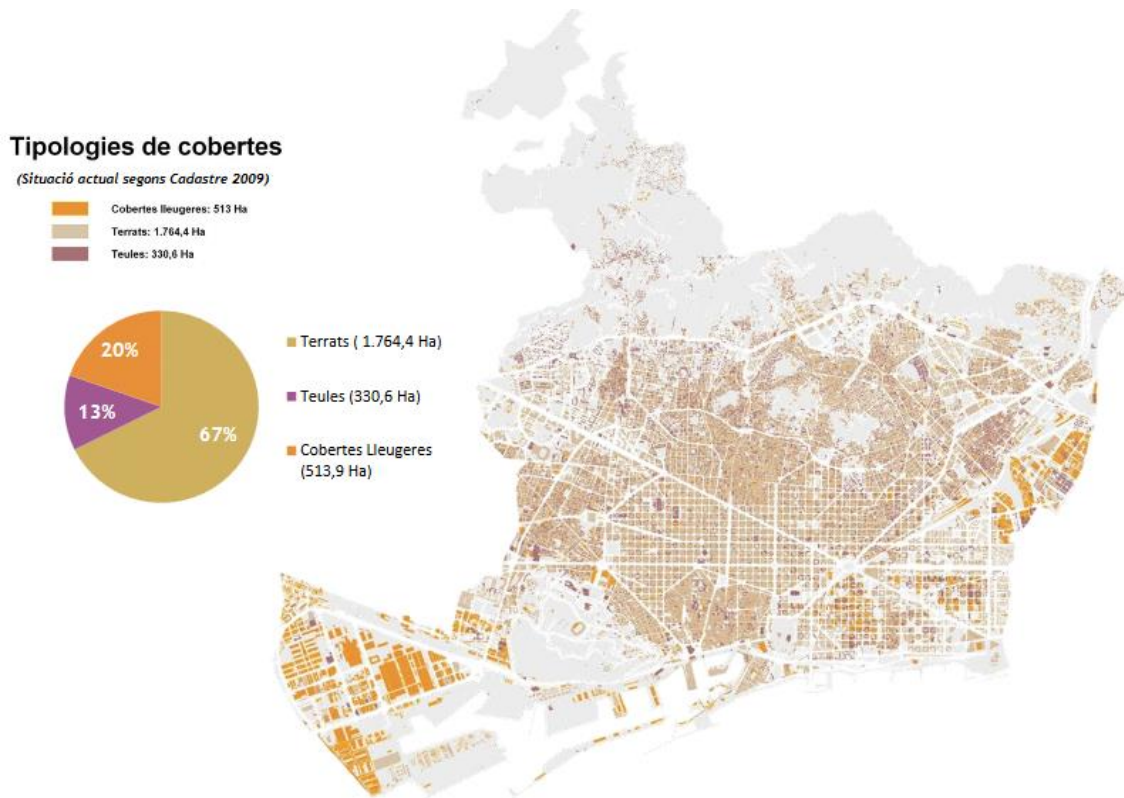
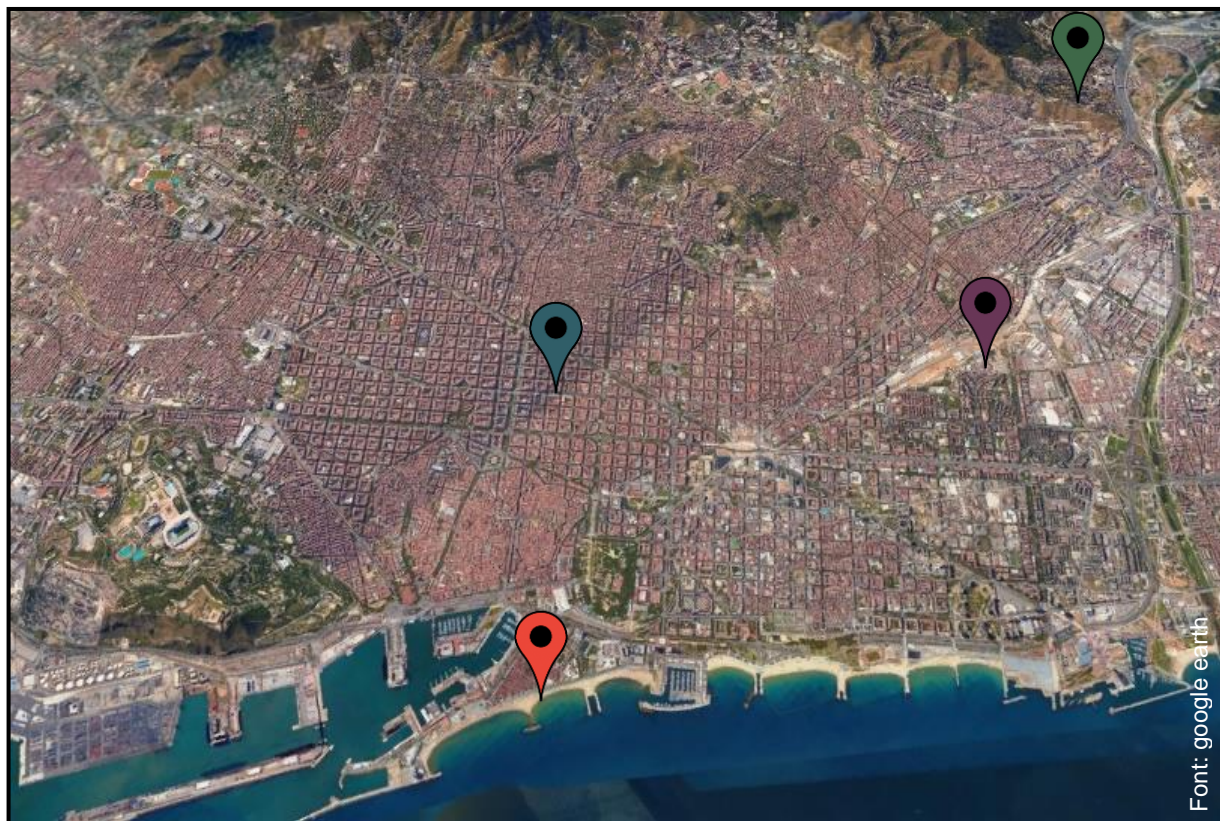


Figura 1.17: Mapa de cobertes de Barcelona. Font: Ajuntament de Barcelona.

El passat novembre de 2015, es va aprovar el “Compromís de Barcelona pel Clima” i des de l'associació *Barcelona + Sostenible* de l'Ajuntament de Barcelona, s'han posat en marxa diverses iniciatives per materialitzar aquest compromís. No obstant, la presència de cobertes és força modesta. Actualment, hi ha localitzades unes quatre hectàrees de cobertes, sobretot cobertes verdes, de les quals se'n poden destacar la de la Fàbrica del Sol, la de la Biblioteca Zona Nord, i la de l'edifici Pau Claris, entre d'altres, que es mostren a continuació.



Font: google earth



Font: barcelona.cat

Fàbrica del Sol: la principal funció d'aquest edifici és introduir l'educació ambiental a la ciutadania mitjançant l'explicació als visitants del significat de coberta verda, producció

d'electricitat mitjançant plaques solars i aprofitament hídric.



Font: barcelona.cat

Biblioteca Zona Nord: aquesta biblioteca utilitza l'efecte esponja de la seva coberta verda per l'absorció d'aigües pluvials, reduir el consum energètic i aïllar acústicament per efecte

de reflexió i deflexió, reduint el soroll al voltant dels 2-3 dB, provocat pel trànsit de vehicles.



Font: ecourbano

Edifici Pau Claris: aquest edifici té una coberta enjardinada que emmagatzema l'aigua de la pluja, actua com aïllament, regenera l'aire ambiental, així com possibilita la reutilització de l'aigua. Incorpora també energia solar tèrmica per escalfament d'ACS.



Font: elaboració pròpia

Hort urbà Sant Martí Provençals: l'edifici de l'hort urbà d'aquest barri té en la seva coberta plaques solars que ajuden a pujar el seu nivell d'autosuficiència. I fins i tot, a l'estiu, proveir-se de l'energia suficient per a no fer ús de l'electricitat de companyia.

Cal remarcar un fort increment d'empreses de caràcter ambiental dins la ciutat que apliquen sistemes com les cobertes mosaic. L'empresa *EixVerd* n'és un bon exemple.

EixVerd promou la sostenibilitat dels nuclis urbans amb projectes d'adaptació i de mitigació al canvi climàtic mitjançant la implementació de propostes per a la resiliència de les ciutats i, en definitiva, la millora de la qualitat de vida urbana, alhora que busca sensibilitzar i la participació ciutadana per concertar l'acció per fer front al canvi climàtic.

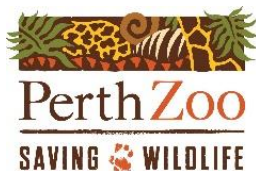
Aquestes propostes pretenen millorar la eficiència energètica dels nuclis urbans i els seus edificis mitjançant l'aplicació de diferents cobertes i combinant-les entre sí.



Figura 1.18: Principals avantatges de les cobertes a Barcelona. Font: Ajuntament de Barcelona.

1.3. Millores sostenibles de diferents Zoos del món

Els zoològics són entitats que es van crear a l'antiguitat sota la màxima "pa i circ", un lloc on poder divertir-se i alhora conèixer animals estranys i llunyans, en origen bàsicament col·leccions privades, amb cap altra finalitat que la recreativa (Báez, 2014). Amb el pas dels anys, s'han convertit en una reserva de biodiversitat on es duen a terme investigacions científiques, programes de repoblació i projectes d'educació. A aquesta evolució, s'hi afegeix la preocupació per al medi ambient, aplicant-se plans i programes amb la voluntat de reconvertir aquestes institucions en parcs i reserves sostenibles. Actualment, ja s'han aplicat diversos projectes per assolir aquest propòsit a arreu del món, posant-ne alguns exemples a continuació.



Perth Zoo a Austràlia, persegueix un objectiu consistent en permetre als visitants trobar-se amb el món natural i participar en accions de conservació. Es realitzen plans i programes de sostenibilitat, com per exemple els programes de cria animal per l'alliberament al medi natural (rehabilitació de fauna). Hi ha un pla de sostenibilitat de l'any 2011 on es desenvolupen accions per reduir la demanda energètica, hídrica i la producció de residus. L'any 2012 es realitza la implantació de panells solars i bones pràctiques per reduir el consum, els quals representen el 18% de l'energia necessària. Fent referència a l'aigua, hi ha una reducció del

consum en un 5,4% (KI / visitant), a conseqüència de la implantació de vàters ecològics i un sistema de monitoratge per identificar fugues d'aigua.



El Zoo de Philadelphia als Estats Units, és pioner en el desenvolupament de programes d'educació i conservació de la fauna. Es basa en una estratègia de conservació integrada que inclou programes educatius, campanyes de conservació de vida silvestre i mesures in situ de sostenibilitat operativa, consistent en tàctiques de suport per a la petjada ecològica. Els objectius principals són:

- Millorar contínuament l'eficiència energètica (millores en la gestió i a les instal·lacions).
- Reduir substancialment l'emissió de GEH.
- Conservar, emmagatzemar i reutilitzar l'aigua.
- Gestionar les aigües pluvials en el lloc utilitzant les millors pràctiques actuals.
- Reduir els residus sòlids no perillosos cap a zero, conservar els recursos i evitar l'ús de materials perillosos.

Les accions que es realitzen són:

- Instal·lacions energètiques més eficients i l'ús de fonts d'energia renovables.
- Recollir l'aigua de les cobertes dels edificis i gestionar-la de forma sostenible.
- Substitució de materials, amb la conseqüent reducció de residus perillosos.



El Zoo de Londres disposa de programes de conservació i cria d'espècies en perill, i programes i accions de millora de les instal·lacions i la gestió per reduir els impactes ambientals negatius i millorar els beneficis econòmics i socials. En termes de reducció energètica hídrica i generació de residus, hi ha implantat el Sistema de Gestió Ambiental ISO14001 estàndard, on es mostra la reducció del consum energètic amb la instal·lació de calderes de condensació, leds, millores en la gestió de l'aigua per reduir-ne el consum a més d'un control dels subministraments i de les fuites, etc.



L'objectiu d'aquest Zoo és promoure i educar sobre la conservació del medi ambient. Hi ha un projecte anomenat *Casa Sostenible*, consistent en l'ús de recursos i materials de manera intel·ligent, la integració de materials reciclats i tecnologies que protegeixen el medi ambient, l'estalvi econòmic i la preservació de la salut humana. Educació, investigació, conservació i recreació són els objectius fonamentals d'aquest Zoo.



Africam-Safari, localitzat a Puebla (Mèxic), és un parc de conservació on es realitzen diferents projectes en termes de sostenibilitat, com serien el tractament de les aigües, la captació d'aigües de pluja, reciclatge dels materials i la producció de biogàs a partir de fems. Actualment hi ha instal·lats 5 sistemes de captació d'aigua, on es recullen 215 m³ anuals. També ha augmentat la separació i reciclatge de residus sòlids en un 52%, recuperant més de 25 tones de materials reciclables. Respecte als residus orgànics es recupera i es composta gairebé el 100% d'aquests. Fent referència a l'estalvi energètic, s'han substituït el 50% de llums convencionals per llums més eficients com són els leds.



Al Vigo Zoo (La Coruña) es proposen uns objectius ambientals pels 10 anys següents:

- Promoure les instal·lacions d'energies renovables i reduir el consum en un 10%.
- Reduir el consum d'aigua en un 10% anual.
- Reduir el consum de paper en un 10% en el desenvolupament de les activitats diàries i en la comunicació interna.
- Incrementar el consum de paper reciclat en les activitats educatives i divulgatives.
- Promocionar l'ús de materials i productes respectuosos amb el medi ambient.
- Valorar l'adquisició d'equips i eines fets de materials reciclats.
- Instal·lar equips que produeixin menys impactes ambientals i menys perjudicis en salut humana, com seria un baix consum d'energia, reduir els sorolls, sistemes d'estalvi energètic, ordinadors amb peces reciclables i reutilitzables.
- Implementar accions i mecanismes que incrementin en un 30% una gestió de residus més eficaç i eficient.
- Avaluar la possibilitat de reutilitzar les restes vegetals de jardineria per obtenir compost.
- Incrementar la participació dels treballadors en el desenvolupament de bones pràctiques ambientals mitjançant la formació en termes de sensibilització ambiental i desenvolupament sostenible.
- Compromís de la direcció del Zoo a l'avaluació i revisió dels objectius de manera periòdica, i si és necessari adaptar nous objectius (Zoo, s.f.).



El Zoo de Cincinnati disposa d'una instal·lació de panells solars a l'aparcament del Zoològic, ocupant una superfície de gairebé 4ha. Uns 6400 panells solars que generen aproximadament 1,56MW de potència, el que representa al 20% de l'energia necessària anual. A més el projecte, amb un cost de 11 milions de dòlars, s'espera que sigui utilitzat com a eina informativa pels visitants.

1.4. Zoo de Barcelona

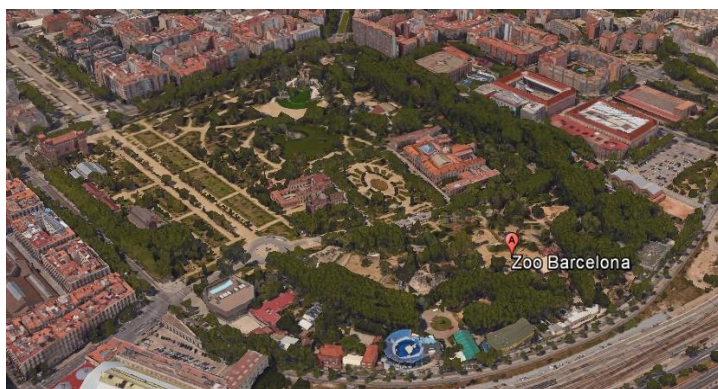


Figura 1.19: Zoo de Barcelona ubicat al Parc de la Ciutadella. Font: Google Earth Pro.

L'àmbit d'estudi d'aquest projecte és el Zoo de Barcelona, que consta de 13,5 hectàrees de superfície total i està situat al Parc de la Ciutadella. Es va triar el seu emplaçament a causa que els edificis del parc estaven disponibles després de l'Exposició Universal de Barcelona del 1888. Va ser inaugurat el dia de la Mercè, patrona de

Barcelona, de l'any 1892 i els primers animals provenien de la col·lecció privada que Lluís Martí i Codolar tenia a la seva finca anomenada "La Granja Vella", que estava a Horta. Aquest va donar els animals a l'Ajuntament de Barcelona, que va aprovar el seu acomodament en els terrenys del Parc de la Ciutadella (Barcelona.cat, 2007).

Barcelona va aprovar el *Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat amb l'Agenda 21 de Barcelona* del 9 de juliol de 2002. El Zoo de Barcelona, un dels signants del Compromís Ciutadà, ha elaborat el Pla d'acció per la sostenibilitat del Zoo de Barcelona 2013-2016, on consten els objectius i les accions que s'han d'emprendre. El pla consta de 32 accions, les quals tenen en compte la protecció de la fauna que habita al Zoo, la gestió de residus i l'eficiència energètica, i la difusió de valors ambientals al públic mitjançant accions realitzades pel Departament d'Educació del Zoo. Les accions escollides s'han fet mitjançant la participació de tots els treballadors i ajustant-se a les línies estratègiques marcades per la WAZA i a les directrius de la UICN.



1.4.1. Timeline Zoo de Barcelona

Per comprendre millor la història del Zoo de Barcelona, s'ha efectuat aquest diagrama timeline, a mode de resum:

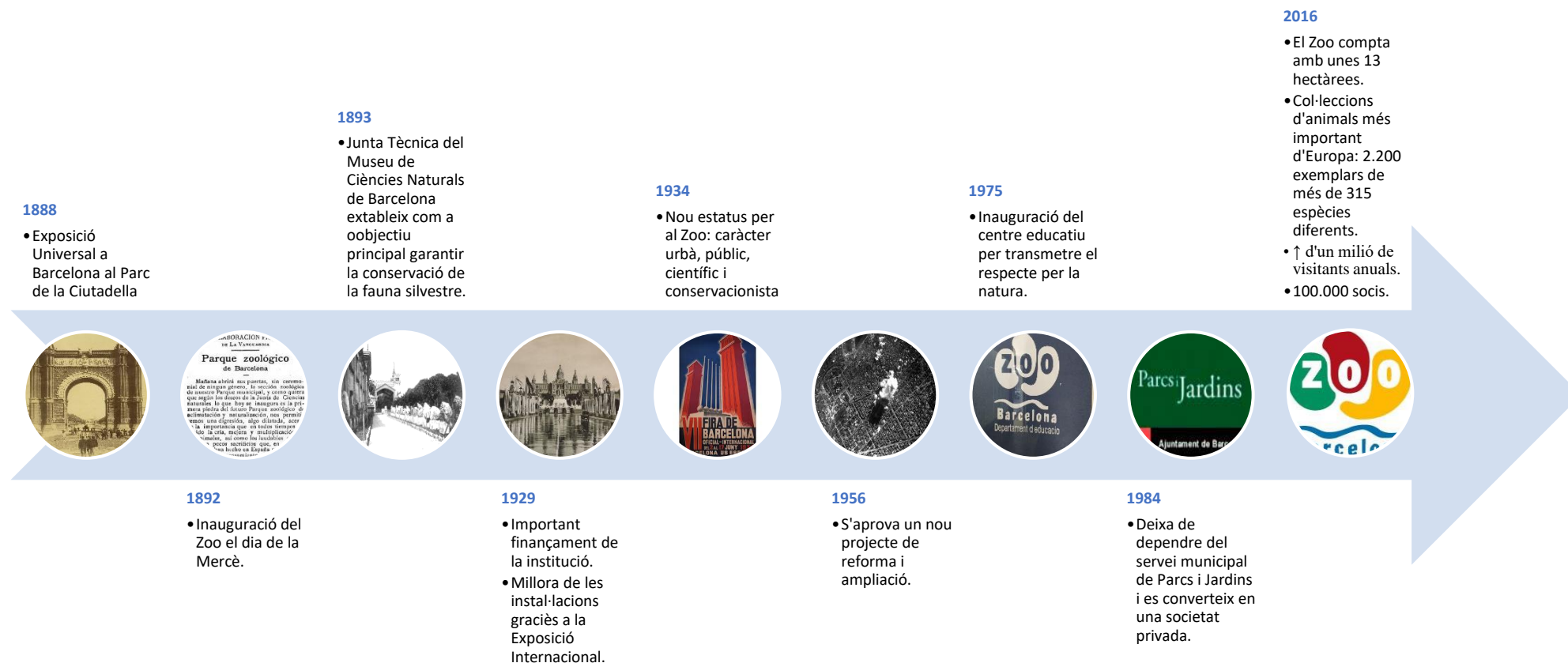


Figura 1.20: Timeline històric del Zoo de Barcelona. Font: elaboració pròpia.

1.4.2. Climatologia de l'àrea d'estudi

És important conèixer les característiques climàtiques de la zona per a saber quina tipologia de cobertes és més adequada aplicar. Per aquest motiu es contemplen les condicions climatològiques referents a la pluviometria, a les temperatures i a la radiació solar de les proximitats del Zoo, ja que són els principals factors que influeixen en l'eficiència de les cobertes mosaic.

Barcelona té una pluviometria anual de 600mm aproximadament, tot i que les precipitacions es donen de manera irregular al llarg de l'any, sent les èpoques més plujoses la primavera i la tardor.

Respecte a les temperatures, la temperatura mitjana de l'hivern és de 9-12°C i a l'estiu de 23-26°C. Els hiverns són suaus i s'observa una absència de gelades a la ciutat, i els estius són calorosos i amb humitats elevades degut a la proximitat del mar.

Com s'observa a la Figura 1.21, la pluviometria no és massa elevada, essent escassa a l'estiu, fet que condicionarà a l'hora de dur a terme l'estudi de l'aplicació de la coberta mosaic hídrica; amb unes temperatures mitjanes relativament suaus al llarg de l'any.

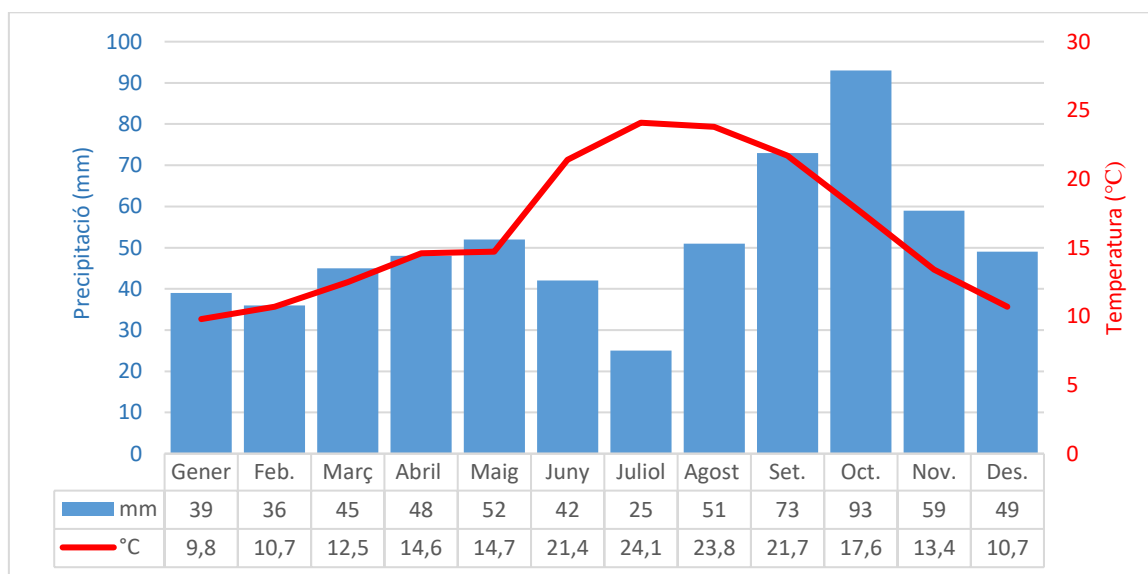


Figura 1.21: Climatologia de Barcelona. Elaboració pròpia a partir de AEMET.

Pel que fa als nivells d'insolació, existeixen diverses tipologies de radiació, representades a la Figura 1.22, i que cal definir abans de procedir a determinar la radiació mitjana diària.

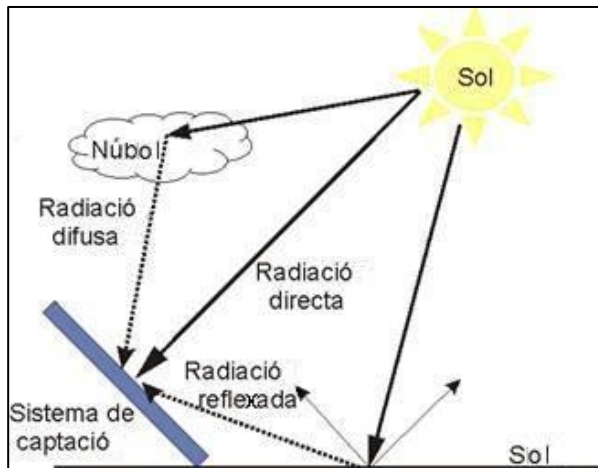


Figura 1.22: Dibuix esquemàtic de les diferents radiacions.

- **Radiació directa:** és aquella que prové directament del sol.
- **Radiació difusa:** és aquella que prové de l'atmosfera. En els dies més assolellats sense presència de nuvolositats, aquest tipus de radiació pot suposar aproximadament el 15% del global, però en els dies ennuvolats en els quals es redueix la quantitat de radiació directa aquest tipus de radiació augmenta de manera considerable.
- **Radiació reflectida:** inapreciable per al tema que ens ocupa.

Ja definits els tipus de radiació, en el següent gràfic es mostren les radiacions mitjanes mensuals, depenent de la seva naturalesa.

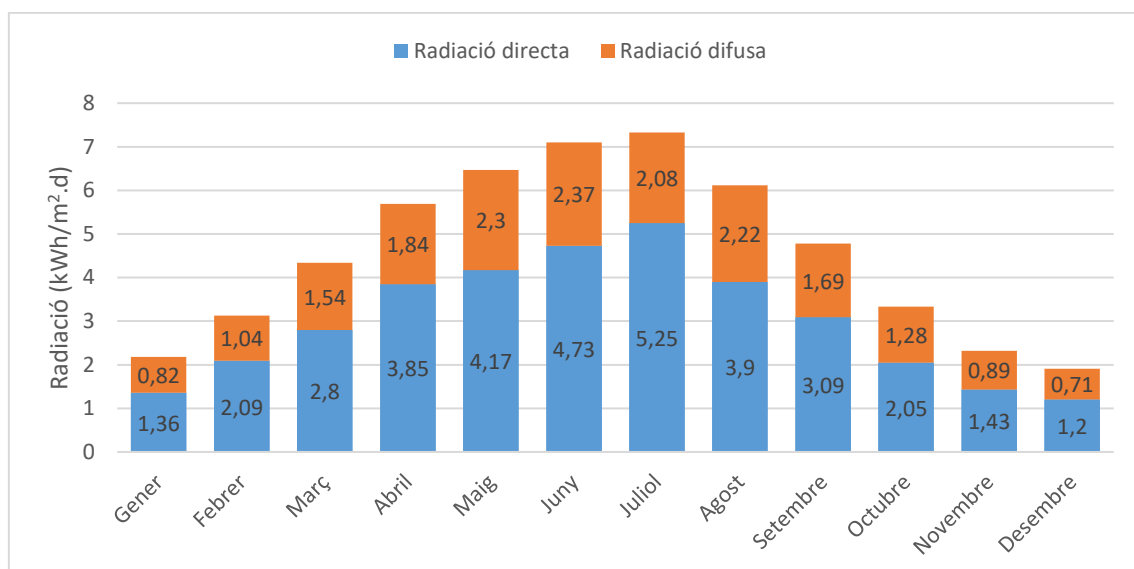


Figura 1.23: Histograma de la radiació de Barcelona (1983-2005). Font: Elaboració pròpia mitjançant el Atles de Radiació Solar a Espanya.

Doncs, se'n pot extreure que la mitjana de radiació global a Barcelona és d'aproximadament $4,56 \frac{kWh}{m^2 \cdot dia}$.

1.4.3. Marc legal

Actualment no existeix cap normativa que reguli l'aplicació de les cobertes mosaic específicament. Això no obstant, sí existeixen diversos instruments legals que fan referència a qüestions similars a mesures per a la implantació de les diferents cobertes.

Així doncs, trobem un seguit de normes, que trobem recollides a continuació, en les quals es podria basar la implantació de les diferents cobertes.

1.4.3.1. Referents a l'edificació

- Real Decret 314/2006, de 17 de març, pel que s'aprova el Codi Tècnic d'Edificació, el qual regula les exigències bàsiques que han de complir els edificis i les seves instal·lacions per complir els requisits mínims de seguretat, en el desenvolupament del que preveu la Llei 38/1999 de 5 de novembre, d'Ordenació de l'Edificació. Estableix aquestes exigències per a cada un dels requisits bàsics de seguretat estructural, seguretat en cas d'incendi, seguretat d'ús, higiene, salut i protecció del medi ambient, protecció contra el soroll i estalvi d'energia i aïllament tèrmic, i proporciona procediments que permeten acreditar el seu compliment amb suficients garanties tècniques.
- Llei 38/1999, de 5 de novembre, de l'edificació. Regula els aspectes referents a: Concepte d'edificació i requisits; definició dels agents, execució i finalització; i garanties i assegurances del projecte.
- Decret 375/1988, d'1 de desembre, sobre control de qualitat de l'edificació, que estableix l'obligació de numerar i definir els controls necessaris de l'obra i elaborar un programa de control de qualitat, el compliment del qual serà inspeccionat pels Serveis Territorials de la Direcció General d'Arquitectura.
- Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adaptació de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis, que regula els paràmetres d'ecoeficiència relatius a l'aigua, l'energia, els materials i sistemes constructius als edificis.
- UNE 104.400/3-99 "Instruccions per la posada en obra de sistemes d'impermeabilització amb membranes asfàltiques per a la impermeabilització i rehabilitació de cobertes. Control, utilització i manteniment".

1.4.3.2. Referents a recursos hídrics

- Directiva 91/271/CEE, sobre el tractament d'aigües residuals urbanes, on es defineixen els sistemes de recollida i abocament de les aigües residuals urbanes.
- UNE-EN 1123-1:2000 "Tubs i accessoris d'acer galvanitzat en calent soldats longitudinalment amb maneguet acoblable per canalització d'aigües residuals".

- La Directiva Marc de l'Aigua (Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'octubre de 2000) que estableix un marc comunitari de actuació en l'àmbit de la política d'aigües.
- No existeix cap directiva que reguli l'aprofitament d'aigües pluvials.

1.4.3.3. Referents al factor energètic

- Decisió del Consell 91/565/CE, de 29 d'octubre, relativa al foment de l'eficàcia energètica en la Comunitat.
- Normativa Europea de certificació de panells solars fotovoltaics 61000-1:2007/61000 6-3.
- Directiva 2009/28/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'abril de 2009, relativa al foment de l'ús d'energia procedent de fonts renovables i per la que es modifiquen i es deroguen les Directives 2001/77/CE i 2003/30/CE.
- Directiva 2002/91/CE, relativa a la eficiència energètica dels edificis.
- Directiva 2012/27/UE, del Parlament Europeu i del Consell, del 25 d'octubre del 2012, relativa a la eficiència energètica, per la qual es modifiquen les Directives 2009/125/CE i 2010/30/UE i es deroguen les Directives 2004/8/CE i 2006/32/CE.
- Real Decret 2818/1998, de 23 de desembre, sobre la producció d'energia elèctrica per les instal·lacions abastides per recursos o fonts d'energia renovables, residus i cogeneració.
- Real Decret Llei 1/2012, de 27 de gener, per el qual es precedeix a la suspensió dels procediments de preassignació de redistribució i a la suspensió dels incentius econòmics per noves instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de cogeneració, fonts d'energia renovables i residus.
- Llei 20/2013, de 26 de desembre, del sector elèctric.
- Estalvi d'energia i protecció tèrmica segons estableixen les normes vigents NBE-CT Condicions tèrmiques en els edificis i NRE AT-87 Norma reglamentària d'edificació sobre aïllament tèrmic.

1.4.3.4. Referents a cobertes verdes

- UNE 53-420-89 "Membranes impermeabilitzants. Determinació de la resistència a la perforació per arrels".
- Normes Tecnològiques de Jardineria i Paisatgisme, NTJ 11E i NTJ 111:
- **Estabilitat i resistència mecànica:** els components han de ser estables i resistents a les accions considerades, i els materials de recobriment han de poder resistir l'acció del vent d'acord amb la norma *NBE-AE Accions en l'edificació*.
- **Seguretat en cas d'incendi:** la resistència al foc de la coberta verda i dels reclusos que formen amb les parets o amb elements de compartimentació, així com les distàncies entre claraboies i buits verticals, s'han d'ajustar al

que estableix la norma vigent *NBE-CPI Condicions de protecció contra incendis en els edificis*.

- **Salubritat:** les cobertes verdes s'han de projectar i construir de forma que s'eviti la filtració d'aigua. La coberta ha de protegir l'edificació i facilitar la recollida i evacuació de l'aigua que rep.
- **Seguretat dus:** les cobertes vegetals han de permetre l'accés per als treballs de manteniment i de reparació i han de disposar d'elements de seguretat adequats per a la realització d'aquests treballs.
- NTJ 11H referent a enjardinaments hidropònics.
- NTJ 14 referent al manteniment i conservació dels espais verds.
- Normes NTJ 07, referents a les especificacions mínimes de qualitat de presentació i subministrament del material vegetal i càlculs dels gruixos mínims de la capa d'arrelament.
- Normes NTJ 08, referents als mètodes de plantació, trasplantació, sembra i hidrosembra de la capa vegetal.
- Norma NTJ 04R, referent a instal·lacions de reg d'espais verds.
- NTJ 05T "Sòls i fertilitzants. Subministrament de terres i àrids per a jardineria".
- NTJ 07A, referent al subministrament del material vegetal.
- NTJ 13T "Assaigs i controls de qualitat".

02

Justificació



2. JUSTIFICACIÓ DEL TREBALL

El canvi climàtic és un problema a nivell global, ja que els seus efectes traspassen tota mena de fronteres.

Les ciutats representen part del problema del canvi climàtic i, per això mateix, també són una part imprescindible de la solució. A Barcelona, la tendència dels darrers anys en consum d'energia final ha estat a l'alça, fet que veiem palès en passar de consumir 15.664,78 GWh l'any 1999 a consumir 16.782 GWh el 2012, tot i que la tendència és a disminuir el consum per càpita. Pel que fa a les emissions de gasos amb efecte hivernacle, l'any 2012, Barcelona va emetre un total de 3.690.037 de tones de CO₂, que representen 2,28 tones de CO₂ per càpita, força per sota de les emissions de l'any 1999, que van ser de 3,19 tones. Tot i aquesta disminució, cal continuar actuant.

Dintre la ciutat, el Zoo de Barcelona és una infraestructura de servei i un aliat per a la biodiversitat. Aquest Zoo, en el seu propòsit de millorar l'educació ambiental i la protecció de les espècies animals, té com a missió actualitzar-se energèticament, ja que el seu consum és de 3.108.774 kWh, i assolir un nou mètode energètic més sostenible.

Les cobertes mosaic són un tema nou i no gaire explotat però que pot ser part de la solució. Per aquest motiu, la seva instal·lació pot aportar un valor afegit al Zoo de Barcelona, convertint-lo en una institució capdavantera en l'aplicació d'aquestes i a la vegada aportant un model amb una relativa autosuficiència, no només energètica, sinó també alimentària i hídrica. L'estudi pretén revelar si l'aplicació d'aquest sistema al Zoo és viable i quin grau d'autosuficiència i sostenibilitat pot aportar, fent un seguit d'estimacions i comparant-les amb nivells de consum actuals, i en quines zones és més factible la tipologia i aplicació de les diferents cobertes.

L'objectiu final resideix en fomentar un nou model més sostenible i autosuficient, si és el cas, en el qual les cobertes mosaic preguin una forta rellevància i concedeixin a les ciutats d'arreu una millora substancial en les seves condicions ambientals, mitjançant la renovació d'espais i cobertes en desús, que a la vegada permetin alleujar la càrrega energètica que arrossega el model actual.

03

Objectius



3. OBJECTIUS

S'estableix una sèrie d'objectius generals i específics per tal de desenvolupar el projecte.

3.1. Objectius Generals

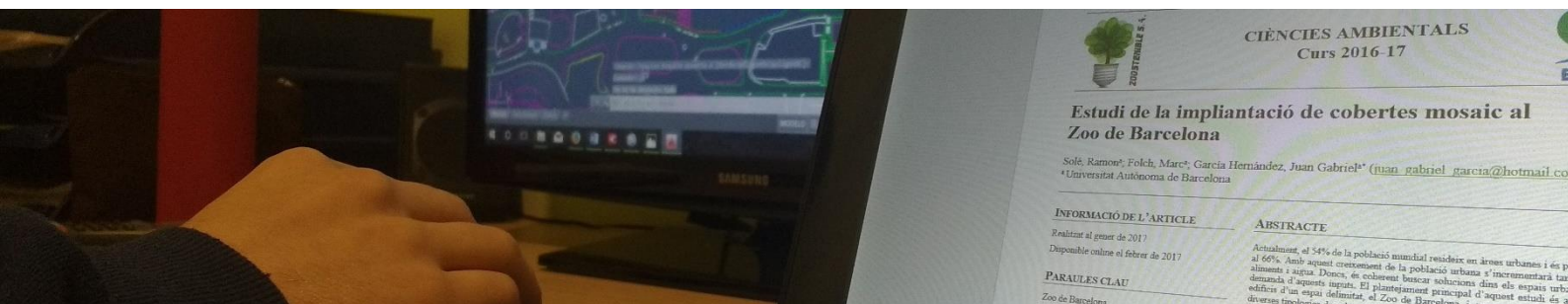
- Analitzar el potencial energètic, hídric i alimentari de les cobertes del Zoo de Barcelona.
- Valorar del grau d'autosuficiència del Zoo.

3.2. Objectius Específics

- Digitalitzar amb *AutoCAD* la superfície dels edificis potencials per veure els m² d'aquests amb ajuda d'ortofotos.
- Caracterització i valoració de les cobertes potencials amb *AutoCAD*.
- Classificació i inventariat de les cobertes.
- Càlcul de la pluviometria i coeficient d'escorrentia.
- Càlcul del grau d'autosuficiència hídrica.
- Càlcul de la generació potencial d'energia renovable.
- Càlcul del grau d'autosuficiència energètica.
- Càlcul de la capacitat de producció primària.
- Valoració del grau d'autosuficiència alimentària.
- Càlcul de les emissions de CO₂ derivat un cop aplicades les cobertes.
- Creació de les bases d'un protocol d'aplicació de cobertes mosaic.
- Difusió del coneixement de les cobertes mosaic.
- Conscienciació ambiental.
- Estalvi econòmic.

04

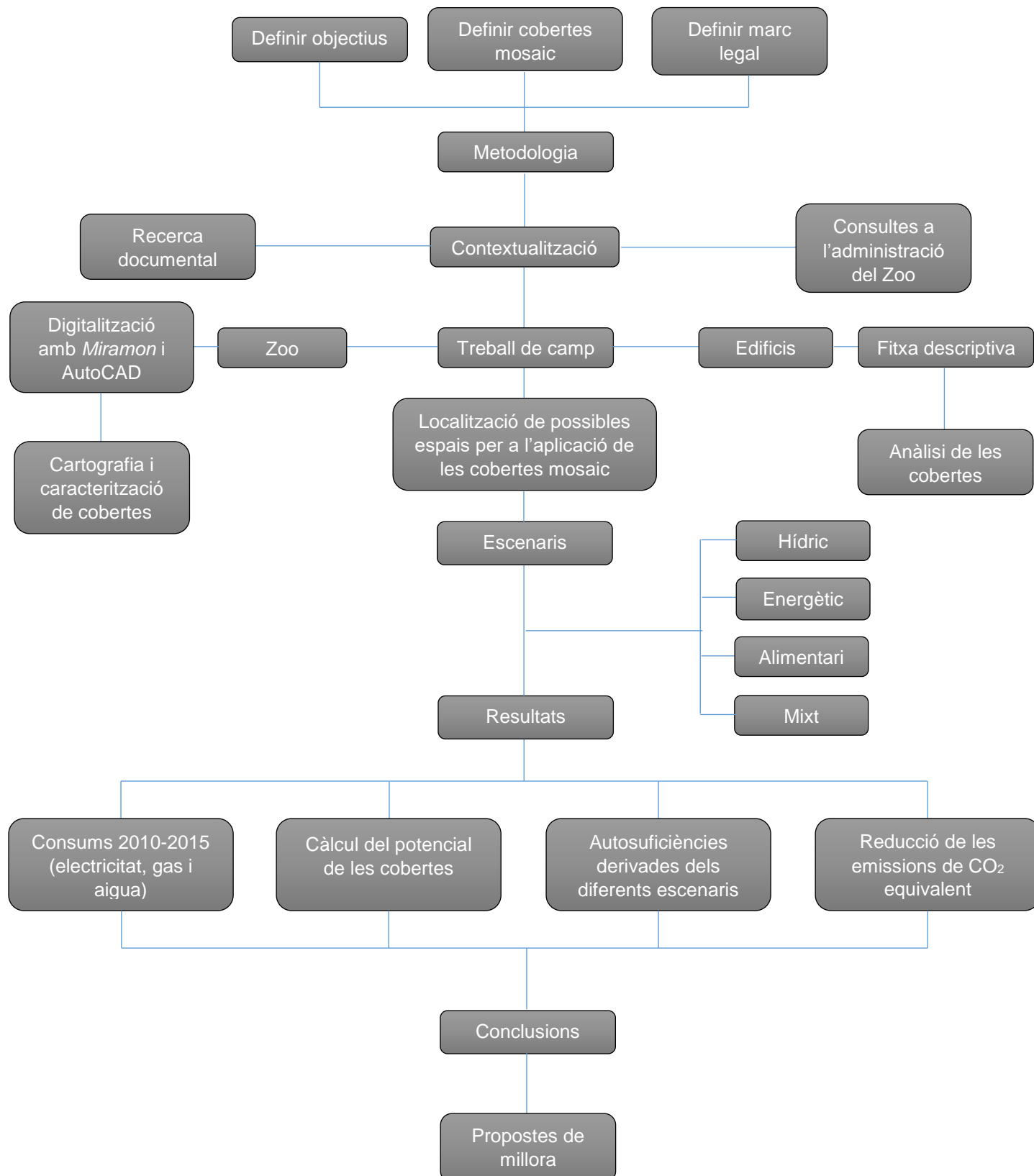
Metodologia



4. METODOLOGIA

En l'apartat de metodologia, explicarem quines seran les eines i els processos que utilitzarem per ajudar-nos a desenvolupar el projecte.

4.1. Diagrama de la metodologia de treball



4.2. Diagrama dels escenaris

Al llarg del projecte s'estudiaran les possibilitats per incorporar les cobertes mosaic en tres escenaris diferents i independents, especialitzats en diferents tecnologies i equips. Aquest tres escenaris derivaran en un quart escenari mixt, escollint el tipus de cobertes més idònies per a la implantació de cada cas.

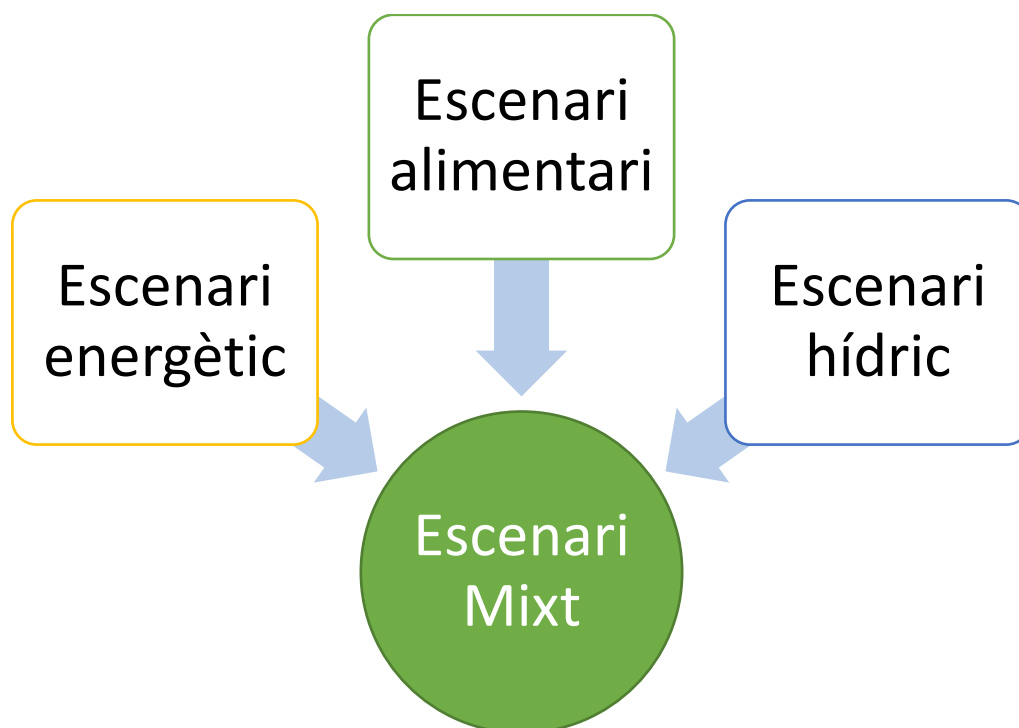


Figura 4.1: Diagrama dels diferents escenaris derivant a un escenari mixt ideal. Font: elaboració pròpia.

4.3. Diagrama de classificació de cobertes

El diagrama representa, de manera resumida, quins seran els criteris per a descartar cobertes.

1. **Classificació i estudi de totes les cobertes totes del Zoo:** estudi previ de totes les cobertes abans d'efectuar un treball de camp.
2. **Primer filtre amb treball de camp:** estudi de camp i visualització de les cobertes que potencials i viables.
3. **Segon filtre amb aplicació de protocol:** amb l'aplicació de protocol, s'obtenen les cobertes potencials finals.



Figura 4.2: Diagrama del camí per a les classificacions i descart de cobertes. Font: elaboració pròpia.

L'aplicació del protocol, permetrà seleccionar les cobertes més idònies per als diferents escenaris, sent el color de la casella en vermell flux la coberta descartada i en verd la coberta potencial.

	Coberta descartada
	Coberta potencial

4.4. Documentació Gràfica

Al llarg del projecte, s'utilitzaran diferents programes de digitalització per ordinador per tal de realitzar un estudi més acurat possible. A continuació s'expliquen les diferents eines emprades:

4.4.1. Descàrrega d'ortofotomapa i mapes topogràfics del Zoo

Ús i descàrrega d'ortofotomapes² mitjançant el ICGC que, permetran conèixer la localització dels edificis potencials per la caracterització de les cobertes i posterior implantació dels diferents escenaris.



Figura 4.3: Mapa del Zoo de Barcelona estret de ICGC.

² Un **ortofotomapa** és un document cartogràfic obtingut per la unió de fotografies aèries verticals rectificades a escala uniforme gràcies a la correcció de les deformacions perspectives de la imatge fotogràfica i ajustades a una xarxa geodèsica, al qual s'hi afegeix informació cartogràfica com la toponímia, les cotes, les coordenades geogràfiques, dades marginals i altres símbols.

4.4.2. Digitalització i creació de capes



Després de baixar l'ortofotomapa de l'àrea del, es realitza una digitalització dels mapes amb l'ajuda del programa *Miramon*.

El programa *Miramon* és un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) i programari de Teledetecció. Permet visualitzar, consultar, editar i analitzar tant capes ràster (imatges de teledetecció, ortofotos, models digitals del terreny, mapes temàtics convencionals amb estructura ràster, etc) com capes vectorials (mapes temàtics o topogràfics que continguin punts, línies o polígons, etc) i capes WM.

La utilització de *Miramon*, com a eina útil en la caracterització més profunda dels edificis, aporta la següent informació:

- Vista aèria de l'àrea del Zoo.
- Identificació dels edificis.
- Posició i orientació dels edificis.
- Superfície total edificis sense fer mesures (m²).
- Usos del sol/edificis.

4.4.3. Digitalització amb *AutoCAD*

Després de fer la valorització potencial in situ del edificis i de digitalitzar els edificis del Zoo, es demanarà documentació CAD dels edificis valorats, present a la base de dades del Zoo de Barcelona.



El programa *AutoCAD* és una eina de disseny assistit per ordinador. Actualment és desenvolupat i comercialitzat per l'empresa Autodesk, i és un programa reconegut a nivell internacional per les

seves àmplies capacitats d'edició, que fan possible el dibuix digital de plànols d'edificis o la recreació d'imatges en 3D. Actualment, és un dels programes més utilitzats per arquitectes, enginyers, dissenyadors industrials i altres.

S'utilitzarà el programa *AutoCAD* per mesurar l'àrea total de les cobertes sense rang d'error, per a dissenyar on van ubicades les cobertes mosaic als terrats dels edificis potencials.

Per a utilitzar *AutoCAD*, es segueixen els següents passos:

1. Mitjançant una ortofoto digitalitzarem la coberta a escala i els elements que aquesta continguin com ara clara boies o panells solars.
2. Un cop digitalitzat, es realitzarà el càlcul de l'àrea de la coberta mitjançant l'opció de mesurar àrea en el menú Inici d'*AutoCAD*.

S'obtenen les següents dades mitjançant *AutoCAD*:

- Mesura de l'àrea total de les cobertes sense rang d'error, com es veu a la Figura 4.4.

- Disseny de la ubicació dels diferents equips presents a les cobertes, com per exemple claraboies o sortides de calor.

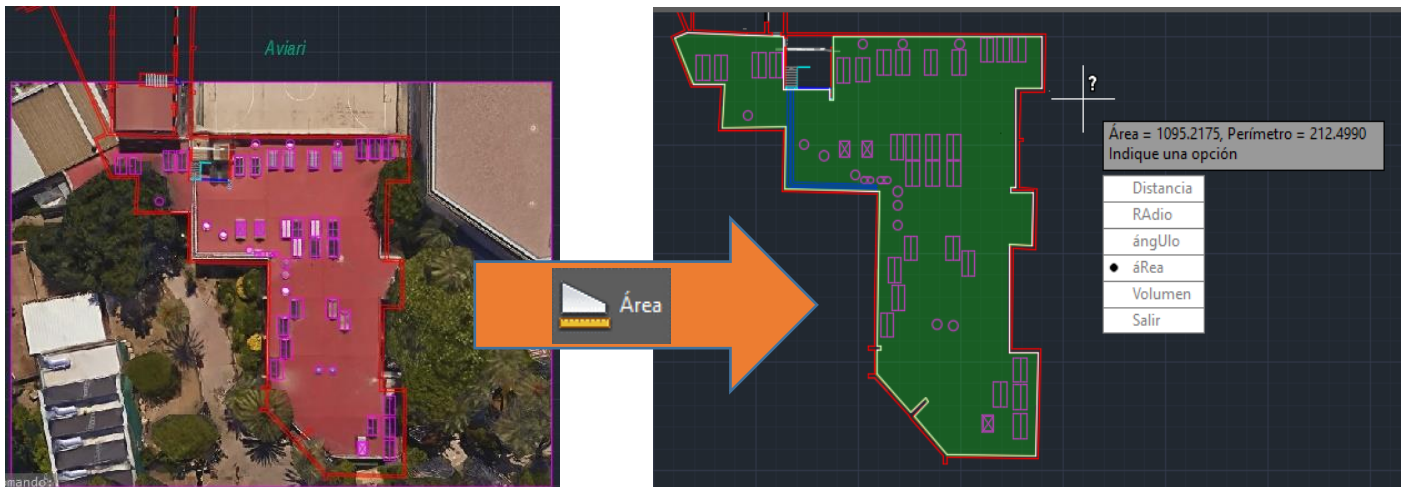


Figura 4.4: Detall dels passos a seguir per a mesurar les àrees de les cobertes mitjançant AutoCAD. Font: elaboració pròpia.

4.5. Documentació in situ

La realització d'un treball de camp al Zoo de Barcelona permetrà poder dur a terme una valorització del parc, tant dels terrats com de les diferents estructures que presenten, i poder-ne fer un inventari detallant les seves característiques.

Per a poder dur a terme l'estudi in situ, s'efectuaran els següents passos.

1. Fer una valoració in situ dels edificis.
2. Omplir unes fitxes per cada edifici per a quantificar el potencial de les cobertes, fent fotografies de tots els edificis així com de la estructura, i caracteritzant-ne les propietats principals.

4.6. Caracterització i fitxa de les cobertes

En aquest apartat, s'explicaran els diferents aspectes analitzats en les fitxes:

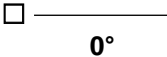
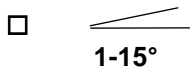
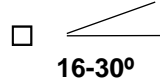
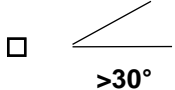
Codi / Nom de l'edifici		Identificació de les cobertes a analitzar.
Ubicació		Ubicació de l'edifici amb ajuda de <i>Miramón</i> .
Foto coberta		Foto de la coberta mitjançant diferents fonts.
Superfície (m²)	Total	Quantificació (en m²) de l'àrea de la coberta.
	Disponible	Quantificació de l'àrea de la coberta disponible un cop restades les pertorbacions d'aquesta (finestres, xemeneies, aparells de refrigeració...). Aquesta superfície serà directament la superfície per a calcular el potencial hídric de la coberta.
Alçada		Alçada de l'edifici de la coberta tractada.
Tipologia material		Assenyalem el tipus de material de la coberta, ja que és important com a factor limitant.
Inclinació		Quantificació del pendent de les cobertes mitjançant l'app gratuïta "bubble level" d'Android.
Forma		Geometria de la coberta, la qual en determina la resistència.
Orientació		Importància de conèixer l'orientació per adaptar la direcció en cas de que acabi sent una coberta energètica amb plaques solars fotovoltaïques.
Accessibilitat	Fàcil	Cap impediment per accedir a la coberta.
	Mitjà	Alguna dificultat per accedir a la coberta.
	Complicat	Molt difícil per accedir a la coberta, solament per a persones àgils.
	Inaccessible	No es pot accedir, ja sigui perquè no hi ha accés o per perillositat.
Ús actual		Funcionalitat actual de la coberta.
Càlcul Superfície potencial	Hídrica	Quantificació de la superfície, que coincideix amb la superfície total de la coberta
	Energètica	Quantificació de la superfície tenint en compte les ombres, restant-les de la superfície disponible
	Alimentària	Quantificació de la superfície tenint en compte les ombres, restant-les de la superfície disponible
Observacions		Anotacions rellevants de les observacions in situ.


4.7.1. Fitxa exemple

A continuació, es pot observar la fitxa estàndard de caracterització de les cobertes que es completarà en les diferents visites a l'àmbit d'estudi:

CODI ZOO		ID		NOM EDIFICI	
----------	--	----	--	-------------	--

UBICACIÓ			FOTO COBERTA		
SUPERFÍCIE COBERTA (m ²)					
Total				Disponible	
ALÇADA EDIFICI (m)					
<input type="checkbox"/> <10		<input type="checkbox"/> 10-15		<input type="checkbox"/> 16-20	
				<input type="checkbox"/> 21-25	
				<input type="checkbox"/> >25	
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m ²) ³					

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input type="checkbox"/>  0°	<input type="checkbox"/>  1-15°	<input type="checkbox"/>  16-30°	<input type="checkbox"/>  >30°	
FORMA COBERTA				
<input type="checkbox"/> Plana		<input type="checkbox"/> Inclinata		<input type="checkbox"/> Mixt

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació	 <input type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Mitjà <input type="checkbox"/> Complicat <input type="checkbox"/> Inaccessible	
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input type="checkbox"/> Cap			

OBSERVACIONS

³ Es representa la superfície potencial en aquest format degut a què el primer valor correspon a la superfície potencial de l'escenari de captació hídrica, i el segon representa el punt de partida per als escenaris energètic i alimentari.

4.7. Càlculs de la superfície potencial

Per a calcular les superfícies potencials dels diferents escenaris, es tenen en compte els següents aspectes.

4.8.1. Superfície potencial de captació hídrica

En l'escenari de captació hídrica, la superfície total de les cobertes coincideix amb la superfície disponible i la superfície potencial, degut a que no es tenen en compte cap element present a la coberta, ja que l'aigua incident també és recollida igualment.

$$\text{Superfície total} = \text{Superfície disponible} = \text{Superfície potencial}$$

4.8.2. Superfície potencial energètica

En el cas de l'escenari energètic, s'obté la superfície potencial a partir de la superfície disponible, tenint en compte les ombres de les pertorbacions properes, majoritàriament arbres.

$$\text{Superfície disponible} = \text{Superfície total} - \text{Superfície ocupada}$$

$$\text{Superfície potencial} = \text{Superfície disponible} - \text{Ombres}$$

4.8.3. Superfície potencial alimentària

Per l'escenari de producció alimentària, la superfície potencial correspon amb la superfície disponible, doncs:

$$\text{Superfície potencial} = \text{Superfície total} - \text{Superfície ocupada}$$

4.9. Càlcul del potencial

Per al càlcul dels diferents potencials, es segueixen els següents mètodes.

4.9.1. Càlcul del potencial de la captació hídrica

Farem ús d'un càlcul per a veure si és viable la instal·lació d'una coberta hídrica (España, 2011).

$$A = C \cdot M \cdot P$$

D'on **A** és la quantitat d'aigua captada (l), **C** el coeficient d'escolament, **M** la superfície (m²), i **P** la pluviometria anual mitjana de la ubicació (l/m²).

Per al coeficient d'escolament s'han obtingut les següents dues taules que valoren les propietats intrínseques del material de les cobertes i paviments:

Taula 4.1: Taula dels coeficients d'escolament per als diferents tipus de materials de cobertes (Farreny et al, 2011).

Material	Tipus de teulada	Rugositat	Coeficient d'escolament (C)
Teules d'argila	A dues aigües (30°)	Bastant fi	0.84
Metall	Pendent únic (30°)	Fi	0.92
Polycarbonat (plàstic)	Pendent únic (30°)	Fi	0.91
Grava	Plana (1°)	Rugós	0.62

Taula 4.2: Taula dels coeficients d'escolament per als diferents tipus de materials de paviments (Angrill et al, 2016).

Zona	Material	Rugositat	Pendent	Coeficient d'escolament (C)
Peatonal	Asfalt	Rugós	3°	0.54
	Lloses de formigó	Fi	6°	0.77
	Formigó	Bastant rugós	5°	0.53
Carretera	Asfalt	Rugós	2°	0.89
	Formigó	Bastant fi	45°	0.67
Aparcament	Asfalt	Rugós	3°	0.41
	Formigó	Bastant fi	9°	0.89

4.9.1.1. Plugrisost



Plugrisost és un software d'un model de dinàmica de flux d'aigua per ús domèstic amb èmfasi en l'aprofitament de fonts no convencionals (pluvials, grises). Aquest model serà utilitzat en el dimensionament dels dipòsits d'emmagatzematge de les aigües pluvials. Aquest apartat, es realitzarà per als dos edificis amb una major superfície potencial de captació d'aigües de pluja. En el dimensionament d'aquest dipòsits es tenen en compte les següents variables:

- Dades pluviomètriques diàries dels 5 últims anys (irregularitat pluviomètrica).
- Coeficient d'escolament de les cobertes.
- Superfícies potencial de captació hídrica.

- Consums diaris dels dos edificis amb major potencial de captació hídrica.

4.9.2. Càlcul del potencial energètic

Per a poder dur a terme la implantació de plaques solars cal determinar un seguit de factors que afecten les condicions d'aplicació d'aquestes.

El primer dels paràmetres a determinar és la inclinació òptima dels panells. Això s'aconsegueix aplicant un factor de correcció k que varia segons la latitud de la zona estudiada. Sabent, doncs, que la latitud de Barcelona és de $41,2^\circ$ N, se'n determina el valor, segons el coeficient més elevat de la taula:

Taula 4.3: Coeficient de correcció segons la latitud. Font: elaboració pròpia a partir de CENSOLAR

COEFICIENT K PER A UNA LATITUD DE 41° N													
Inclinació	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Coeficient k anual
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
5°	1,07	1,06	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,03	1,05	1,08	1,09	1,09	1,051
10°	1,14	1,12	1,09	1,06	1,03	1,02	1,03	1,06	1,1	0,15	1,18	1,17	1,013
15°	1,21	1,17	1,12	1,07	1,04	1,03	1,04	1,08	1,14	1,21	1,26	1,124	1,125
20°	1,26	1,21	1,15	1,08	1,04	1,02	1,04	1,09	1,17	1,27	1,33	1,31	1,164
25°	1,31	1,24	1,17	1,09	1,03	1,01	1,03	1,1	1,2	1,32	1,39	1,37	1,188
30°	1,35	1,27	1,18	1,08	1,01	0,99	1,02	1,09	1,21	1,35	1,44	1,42	1,201
35°	1,38	1,29	1,18	1,07	0,99	0,96	0,99	1,08	1,22	1,38	1,49	1,47	1,208
40°	1,4	1,3	1,18	1,05	0,96	0,93	0,96	1,06	1,22	1,4	1,52	1,5	1,207
45°	1,42	1,3	1,16	1,03	0,93	0,89	0,93	1,04	1,21	1,41	1,55	1,52	1,199
50°	1,42	1,3	1,14	0,99	0,88	0,84	0,88	1,01	1,19	1,41	1,56	1,54	1,180
55°	1,42	1,28	1,12	0,95	0,83	0,79	0,84	0,97	1,17	1,41	1,57	1,54	1,158
60°	1,41	1,26	1,08	0,91	0,78	0,73	0,78	0,92	1,14	1,39	1,56	1,54	1,815
65°	1,39	1,23	1,04	0,85	0,72	0,67	0,72	0,87	1,09	1,36	1,54	1,53	1,084
70°	1,36	1,19	0,99	0,8	0,66	0,61	0,66	0,81	1,04	1,32	1,52	1,5	1,038
75°	1,32	1,15	0,94	0,73	0,59	0,54	0,59	0,874	0,99	1,28	1,48	1,47	0,996
80°	1,28	1,1	0,88	0,67	0,52	0,46	0,52	0,67	0,93	1,23	1,44	1,43	0,928
85°	1,23	1,01	0,82	0,6	0,44	0,39	0,44	0,6	0,86	1,16	1,38	1,38	0,859
90°	1,17	0,98	0,74	0,52	0,36	0,31	0,36	0,52	0,78	1,09	1,32	1,32	0,789

4.9.2.1. Càlcul del potencial de radiació incident

Un cop determinat el grau d'inclinació òptim segons el factor de correcció k , es pot determinar quina és la quantitat de radiació solar que incidirà als panells, segons la fórmula:

$$RSI = RMA \cdot k$$

On RSI correspon a la radiació solar incident ($\frac{kWh}{m^2 \cdot any}$); RMA és la radiació mitjana anual ($\frac{kWh}{m^2 \cdot any}$); i k el factor de correcció.

4.9.2.2. Elecció del panell solar

El següent paràmetre a determinar serà el model de panell solar que s'aplicarà, que, a partir de les prestacions i característiques tècniques del qual, ens permetrà conèixer quina és la quantitat d'energia proporcionada. Abans, però, s'haurà de calcular quina és l'àrea real que ocupen les plaques ja que, a l'aplicar-hi un cert grau d'inclinació, aquesta disminueix. Es pot calcular segons la fórmula:

$$A_p = h \cdot \cos x^\circ \cdot b$$

On A_p és l'àrea total ocupada pels panells (m^2); h és l'alçada dels panells (m); $\cos x^\circ$ correspon a la inclinació de les plaques; b fa referència l'amplada dels panells (m).

Un cop coneguda la superfície irradiada real, es calcula la quantitat d'energia que proporciona cada placa, aplicant la fórmula:

$$E = RSI \cdot \eta \cdot A$$

On E és l'energia proporcionada per placa ($\frac{kWh}{any}$); η és el rendiment de la placa; i A correspon a l'àrea del panell (m^2).

4.9.2.3. Càlcul de la superfície real del panell i nombre a instal·lar

Per a poder calcular quin és el nombre total de plaques que es poden instal·lar a la coberta, s'utilitzarà la fórmula, ja mencionada:

$$Superfície\ potencial = Superfície\ disponible - Ombres$$

El càlcul de la superfície d'ombres s'efectuarà aplicant la fórmula extreta del dossier *Energia solar tèrmica. Col·lecció Quadern Pràctic Número 3*, efectuat per l'*Institut Català d'Energia*:

$$d = h \cdot K_1$$

On d correspon a la distància a la que podem aplicar els panells respecte l'objecte que projecta l'ombra (m); h és l'alçada de l'objecte que projecta l'ombra des del punt on es vol instal·lar les plaques (m); i K_1 respon a un factor explícit per a Catalunya, que és igual a 2,54.

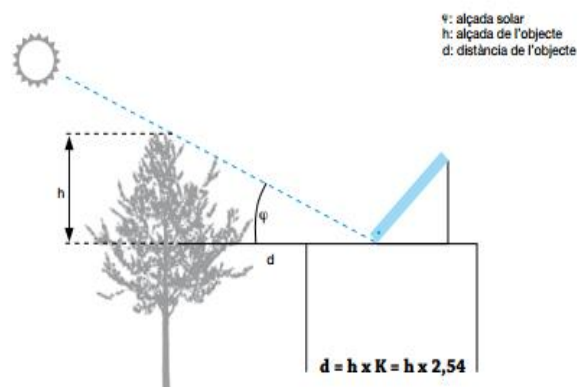


Figura 4.5: Esquema de la delimitació de la zona d'ombres

El valor de d permetrà conèixer la superfície d'ombres, a partir de la qual se'n podrà extreure la superfície potencial. No obstant, també s'ha de tindre en compte la superfície mínima entre plaques per evitar la superposició d'ombres i un mal funcionament de les plaques. Per a poder-ho calcular, s'aplica la fórmula⁴:

$$d_m = k_2 \cdot h$$

On d_m és la distància mínima entre panells (m); k_2 correspon a un factor adimensional segons la inclinació, que s'extreu a partir de la següent taula; i h fa referència a l'alçada del panell (m).

Taula 4.4: Factor adimensional segons la inclinació. Font: Elaboració pròpia a partir del dossier de l'ICE.

Inclinació	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Coefficient k_2	1,88	2,06	2,24	2,39	2,53	2,64	2,74	2,82

Per poder passar aquesta distància a superfície, només cal multiplicar-ho per l'amplada del panell, obtenint d'aquesta manera la superfície de separació mínima per panell (S_m).

Un cop coneguts aquests valors, ja es pot calcular el nombre de panells (N) que s'hi poden instal·lar, segons la fórmula:

$$N = \frac{\text{Superfície potencial}}{A_p + S_m}$$

Sabent quin és el nombre de panells solars que s'hi poden aplicar, es pot obtenir l'energia total proporcionada, multiplicant el nombre de panells per l'energia obtinguda per panell.

4.9.3. Càlcul del potencial de producció alimentària

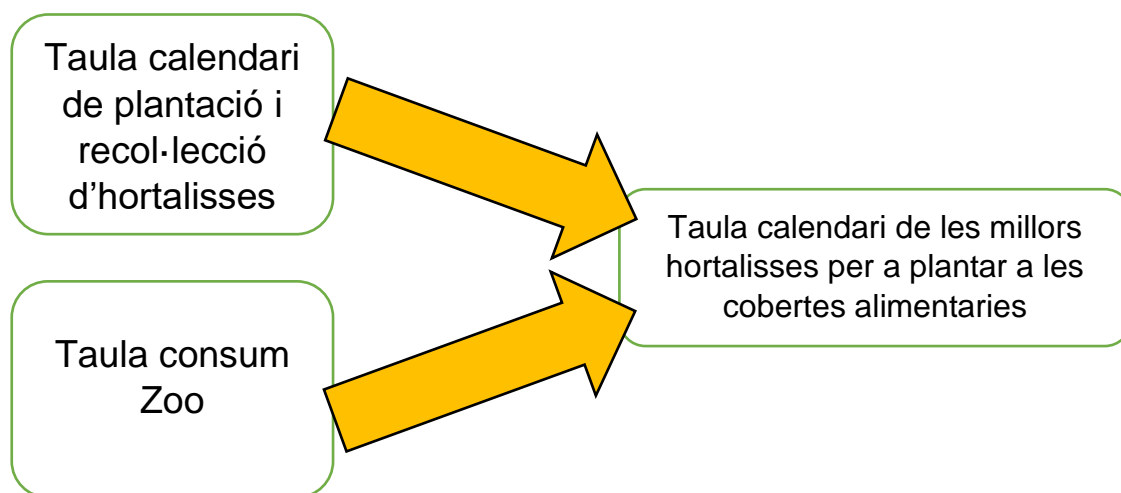
Segons el treball de TFG de *Potencial d'autosuficiència alimentària en dos barris característics de Barcelona* (Toboso, Aynès, Liarte, Torres, 2016) per a calcular la producció potencial, adquireixen els rendiments de les patates i de les quatre hortalisses més consumides de Catalunya amb la tècnica de conreu de permacultura⁵.

Aquest TFG diu que "per calcular quina podria ser la producció potencial de cada barri, hem adquirit els rendiments de les patates i de les quatre hortalisses més consumides per Catalunya amb la tècnica de conreu de permacultura obtinguts a través de diferents llibres i de tesis doctorals".

El potencial alimentari de les cobertes es veurà modificat segons el tipus de cultiu que s'hi implanti.

⁴ Extreta del dossier *Energia solar tèrmica. Col·lecció Quadern Pràctic Número 3, efectuat per l'Institut Català d'Energia*.

⁵ Permacultura: es un sistema de principios de disseny agrícola y social, polític y econòmic basat en els patrons i les característiques del ecosistema natural.



4.10. Determinació dels graus d'autosuficiència

Determinació dels graus d'autosuficiència tenint en compte els diferents escenaris i restant la potencialitat de les cobertes estudiades dels consums hídic, energètic i alimentari de l'últim any (2015).

4.10.1. Autosuficiència hídrica

Un cop calculat el potencial hídic de les cobertes i amb les dades pluviomètriques anuals, es farà una estimació de l'aigua recollida a les cobertes; el volum d'aigua recollit es restarà del consum hídic anual de l'últim any.

Paral·lelament es calcularan les autosuficiències hídriques del 2 edificis potencials, un cop coneguts els consums dels edificis independentment.

4.10.2. Autosuficiència energètica

Coneguda l'energia total obtinguda amb l'aplicació dels panells solars, se'n pot extreure el nivell d'autosuficiència que aportaria la implantació de les instal·lacions, comparant-ho amb el consum que es produeix en cada cas.

4.10.3. Autosuficiència alimentària

Posteriorment al càlcul del potencial alimentari de les cobertes, es calcularà el grau d'autosuficiència per a la hortalissa més potencial, tenint en compte els consums totals del Zoo.

4.11. Reducció de les emissions en Kg de CO₂ equivalent

La generació i aprofitament de recursos es tradueix amb una reducció de les emissions de CO₂. En aquest projecte es contemplaran els kg de CO₂ equivalents que s'eviten amb la implantació de les cobertes específiques.

4.11.1. Reducció de les emissions en Kg de CO₂ equivalent en l'aprofitament hídric

En aquest escenari es té en compte la petjada de carboni evitable, referent a les emissions evitades en el tractament de les aigües provinents de la xarxa pública. (Stocker, 2013).

En aquest cas, el factor correspon a un valor de $0,000319 \frac{kg \text{ de } CO_2eq}{kg \text{ H}_2O \text{ depurat}}$.

4.11.2. Reducció de les emissions en Kg de CO₂ equivalent en la producció d'energia

L'aplicació d'energies renovables representa una disminució de la contaminació, referent a la reducció de les emissions de CO₂ derivat del consum d'energia i l'impacte que aquest ocasiona.

En aquest subapartat es calcula quina és la reducció en l'emissió de Kg de CO₂ derivat després de l'aplicació del escenari de producció d'energia, cada escenari a partir del següent factor de conversió (Stocker, 2013):

$$\frac{0,484 \text{ Kg } CO_2eq}{kWh}$$

4.11.3. Reducció de les emissions en Kg de CO₂ equivalent en la producció alimentari

Per a calcular l'impacte ambiental de l'escenari alimentari, s'avaluen les emissions de CO₂ equivalent per quantitat de producte transportat i quilòmetre. Doncs, es calcula les emissions equivalents de CO₂ a partir del següent factor (Stocker, 2013).

$$\frac{0,525 \text{ Kg } CO_2 \text{ equivalent}}{tona \cdot km}$$

05

Inventari



5. INVENTARI

5.1. Consums totals del Zoo

Fent un anàlisi del consum hídric donat al Zoo de Barcelona, s'observa que és significativament elevat. A la Figura 5.1 es pot apreciar com any rere any el consum d'aigua adopta una tendència a l'augment, amb una mitja de 331.156,8 de m³ consumits anualment. El 2015, però, l'augment pronunciat que s'observa a la gràfica pot estar provocat per una averia en el sistema de canalització. Des de l'administració de l'entitat, s'ha pogut conèixer que “una part majoritària de l'augment és degut principalment a fuites ocultes, que han estat detectades aquest any i actualment estan sent “corregides”, tal i com es podrà veure en les dades de consums dels darrers mesos”. Això no obstant, segueix existint un increment lineal del consum.

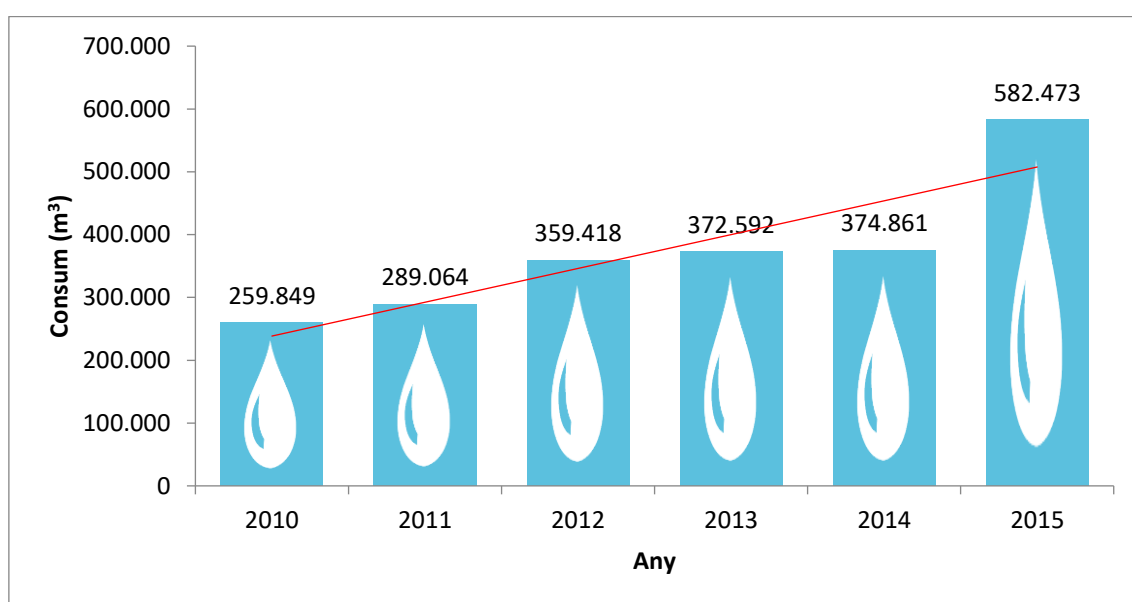


Figura 5.1: Consum d'aigua del Zoo de Barcelona. Font dades: direcció Zoo de Barcelona. Elaboració pròpia.

El consum de gas, com es pot apreciar la Figura 5.2, es manté força lineal al llarg dels anys, és a dir, no hi ha un increment significatiu pel que fa el seu consum, amb una mitjana d'uns 148.410 m³ consumits anualment entre el 2010 i el 2015. El principal ús d'aquest recurs és la calefacció de diferents edificis, sobretot d'aquells que alberguen espècies que necessiten una temperatura relativament elevada i constant al llarg de l'any, com per exemple, l'edifici del Terrari.

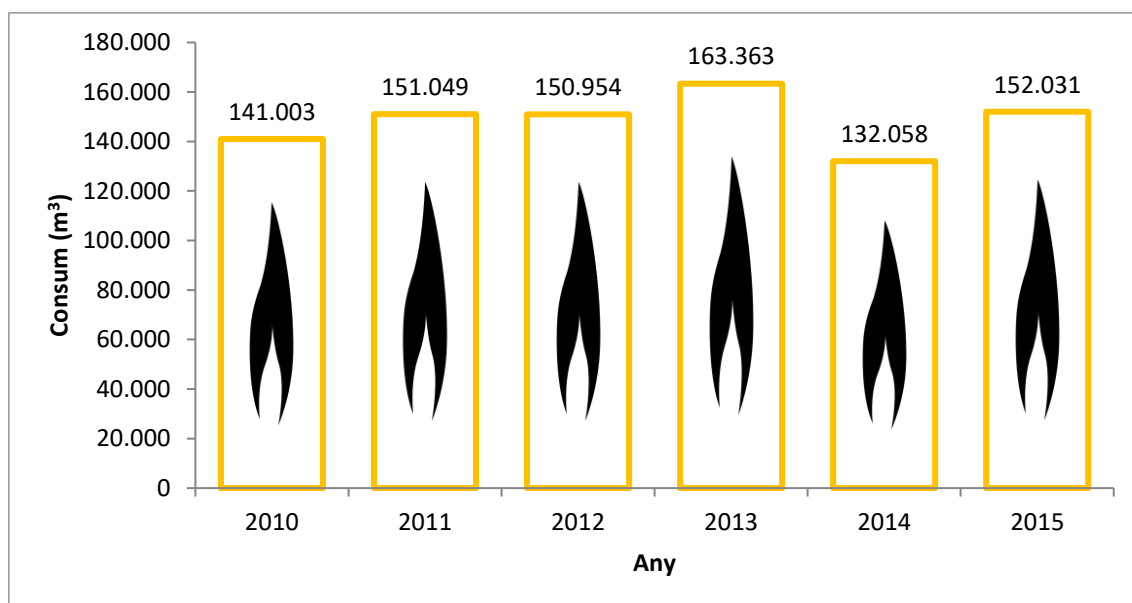


Figura 5.2: Consum de Gas del Zoo de Barcelona. Font dades: direcció Zoo de Barcelona. Elaboració pròpia.

Tal i com s'observa a la Figura 5.3, es pot observar un increment lineal del consum d'electricitat, amb un increment considerable de l'any 2011 al 2012, any a partir del qual es mantenen els nivells relativament estables, amb un consum mig 3.182.303,75 kWh anuals fins el 2015. Fóra bo conèixer quines són les causes d'aquest augment sobtat l'any 2012; potser degut la implantació d'una instal·lació amb un alt consum d'electricitat. En qualsevol cas, es podria minimitzar aquest efecte mitjançant la instal·lació de plaques solars fotovoltaïques per tal de reduir el consum total del parc.

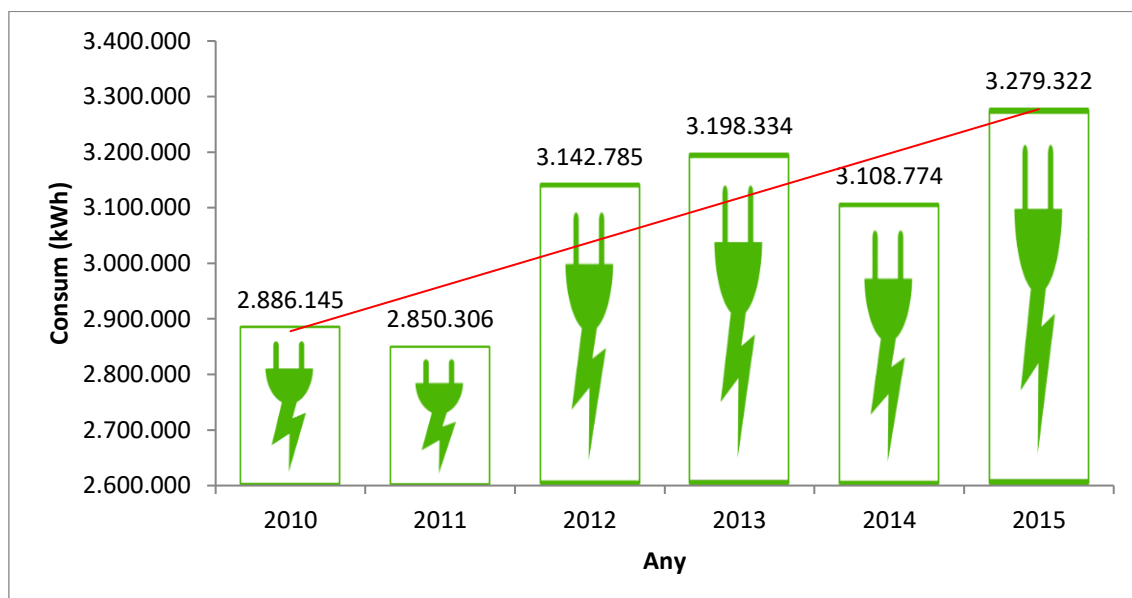


Figura 5.3: Consum d'electricitat del Zoo de Barcelona. Font dades: direcció Zoo de Barcelona. Elaboració pròpia.

Refent al consum d'aliments per part dels animals del Zoo, s'ha elaborat La Taula 5.1, a partir de dades internes del Zoo, on es recullen les quantitats consumides per cada tipus de vegetal. Per a poder efectuar-la, s'ha realitzat la conversió en pes estàndard d'alguns productes indicats en unitats, a partir d'un factor de conversió d'unitats a quilograms.

Taula 5.1: Fruites i verdures consumides en el Zoo en quilograms. Font: elaboració pròpia

FRUITES I VERDURES	QUANTITAT (Kg)
FRUITERS ARBORIS	
Préssecs	772,4
Síndria	1.958,5
Magrana	186,1
Taronja	8.619,8
Poma	49.620,12
Pera	9.258
Mandarina	1.020,4
Plàtan	13.242,6
Cireres	42,9
Coco	200
Caqui	680,18
Papaia	2.336,13
Pinya	132
Kiwi	889
Figues fresques	11,4
Raïm	430,4
Nabius	91,2
Alvocat	30
TUBERCULOSES	
Ceba	3.700
Pastanaga	27.704
Patates	11.166,2
Raves	1.367
Moniato	150
CULTIUS D'ELEVADA EXTENSIÓ UNITÀRIA	
Carbassó	2.194,3
Carabassa	120
Meló	885,1
Pebrot	2.005,3
Tomàquet	4.830,9
Carxofa	195,3
Panotxes de blat de moro	580,8
Mongeta verda plana	44,5
POSSIBLES CULTIUS	
Enciam	10.966
Cogombres	3.545,6
Api	3.148
Endívies	688
Escarola	350
Porros	278,2
Bròquil	120
Coliflor	105
Col	96,6
Espinacs	84,2
Maduixots	56

El fet d'escollir aquesta última part de la taula com a únics cultius aplicables respon a la poca disponibilitat de substrat existent en les cobertes alimentàries. Així doncs, queden descartats els cultius que necessitin una profunditat considerable per a poder arrelar, com serien els fruiters i les tuberculoses; o bé, aquells que necessitin una superfície considerable per al seu bon desenvolupament, com serien els cultius d'elevada extensió.

A més, els possibles cultius aplicables corresponen a aliments força consumits al Zoo, sobretot l'enciam, els cogombres i l'api, fet que augmentaria de manera considerable l'autosuficiència alimentària.


5.2. Fitxes de les cobertes

CODI ZOO	J	ID	1	NOM EDIFICI	Micos arborícoles
----------	---	----	---	-------------	-------------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	537,5		Disponibile	19135
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
537,5		191,35		



TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input checked="" type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input checked="" type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclorada	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES			
Orientació	 <input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input checked="" type="checkbox"/> Complicat <input type="checkbox"/> Mitjà <input type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap		

OBSERVACIONS


A la coberta hi trobem dues estructures: una de fusta i una altra metàl·lica. La metàl·lica està feta d'escletxes, la qual implica un total de 346,15 m², i fent els càlculs corresponents ens dona un total de 64,4 %. No obstant, queda descartada per qualsevol tipus de cobertes mosaic. Llavors tenim un 35,6 % del total de fusta, que utilitzarem per l'anàlisi de la implantació de cobertes mosaic.

CODI ZOO	33	ID	2	NOM EDIFICI	Goril·la de costa
----------	----	----	---	-------------	-------------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	60		Disponível	50
ALÇADA EDIFÍCI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÁLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
60		50		

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input checked="" type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input checked="" type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclinala	<input checked="" type="checkbox"/> Mixt		



ALTRES CARACTERÍSTIQUES			
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat <input type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Mitjà <input type="checkbox"/> Complicat <input checked="" type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input checked="" type="checkbox"/> Entrada de llum <input checked="" type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input type="checkbox"/> Cap		

OBSERVACIONS

Del total de tota la coberta de l'edifici tenim 60 m² disponibles. La superfície restant la descartem perquè està ocupada per instal·lacions diverses com ara aires condicionats i claraboies.


Ens comuniquen des de direcció del Zoo que no podem accedir a la coberta per perill de caure a la zona d'animals, a més de la necessitat d'una línia de vida per accedir-hi. Per tant, el classifiquem com inaccessible.

CODI ZOO	36	ID	3	NOM EDIFICI	Lèmur
----------	----	----	---	-------------	-------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	36		Disponibile	36
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
36		36		



TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input checked="" type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclorada	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Complicat
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap			

OBSERVACIONS

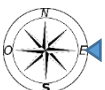
El càlcul de la superfície total ens dona 36 m², dels quals en descartem 6 m² de límits de seguretat. No podem accedir a l'àrea per treballs de neteja de fulles. Hi ha força ombres d'arbres, ja que l'edifici és de poca altura i està envoltat d'arbres que impediran la plena eficàcia de les cobertes; només té descoberta la vessant nord.

CODI ZOO	H	ID	4	NOM EDIFICI	Terrari
----------	---	----	---	-------------	---------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)					
Total	974'16	Ocupada	272,36	Disponible	701,8
ALÇADA EDIFICI (m)					
<input type="checkbox"/> <10	<input checked="" type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25	
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)					
974,16			701,8		

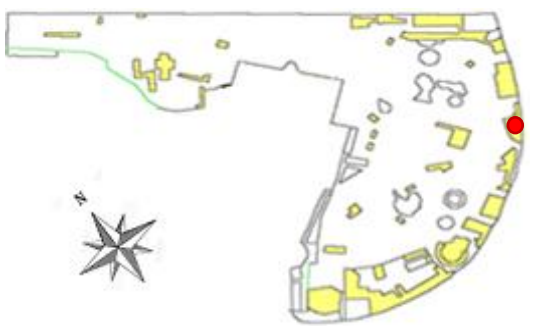

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input checked="" type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclinala	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació	 <input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Complicat	<input checked="" type="checkbox"/> Mitjà <input type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual	<input checked="" type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input checked="" type="checkbox"/> Entrada de llum <input checked="" type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input type="checkbox"/> Cap			

OBSERVACIONS


Pujada fins el terrat per un accés d'escala molt vertical. Alberga animals que necessiten una temperatura constant força elevada. Existeix un edifici adjunt d'aproximadament 16x14m de coberta plàstica lleugera, aprofitable només per recursos hídrics. Edifici amb potencial per a la instal·lació de cobertes mosaic, per això farem un estudi més intens.

CODI ZOO	22	ID	5	NOM EDIFICI	Ós bru
----------	----	----	---	-------------	--------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	48		Disponibile	48
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
48			48	

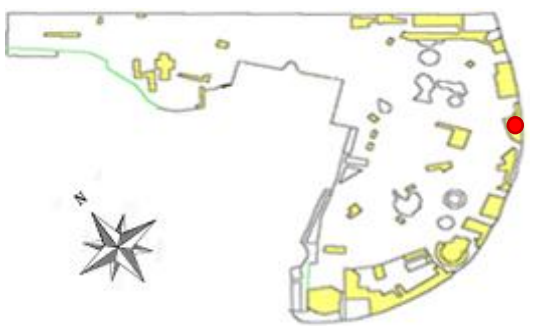

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input checked="" type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input checked="" type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input checked="" type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclinala	<input checked="" type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES			
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat
			<input checked="" type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Mitjà <input type="checkbox"/> Complicat <input type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap		

OBSERVACIONS


Observació de fàcil accés, possible aprofitament d'aigua in situ, redireccionant l'aigua de pluja al fossar de la instal·lació.

CODI ZOO	22	ID	5b	NOM EDIFICI	Ós bru (b)
----------	----	----	----	-------------	------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--



SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	147		Disponibile	147
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
147		147		

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input checked="" type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input type="checkbox"/> 0°	<input checked="" type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclorada	<input checked="" type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input type="checkbox"/> Un vessant <input checked="" type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input checked="" type="checkbox"/> Complicat
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap			


OBSERVACIONS
Coberta de fibrociment que no pot suportar pes per perill de trencament.

CODI ZOO	S	ID	6	NOM EDIFICI	Terra de dragons
----------	---	----	---	-------------	------------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	101		Disponibile	101
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
101		101		



TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input checked="" type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclinala	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input checked="" type="checkbox"/> Complicat
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap			

OBSERVACIONS


Coberta molt irregular, on no és gaire òptim instal·lar cobertes mosaic. En la numeració d'inventari observem que ja hi ha una placa solar tèrmica aprofitant l'únic lloc per disponible aquest tipus. Descartades diverses cobertes d'aquest grup d'edificis per ser menor de 30 m².

CODI ZOO	S	ID	6b	NOM EDIFICI	Terra de dragons (b)
----------	---	----	----	-------------	----------------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	144		Disponibile	144
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
144		144		

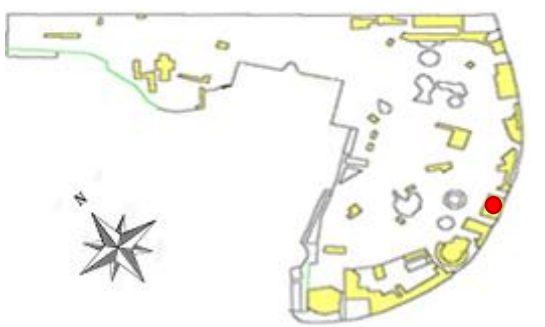

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input checked="" type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclorada	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input checked="" type="checkbox"/> Complicat
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input checked="" type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input type="checkbox"/> Cap			

OBSERVACIONS


Coberta molt irregular, on no és gaire òptim instal·lar cobertes mosaic. En la numeració d'inventari observem que ja hi ha una placa solar tèrmica aprofitant l'únic lloc disponible per aquest tipus. Descartades diverses cobertes d'aquest grup d'edificis per ser menor de 30 m².

CODI ZOO	G	ID	7	NOM EDIFICI	Pavelló dofins
----------	---	----	---	-------------	----------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

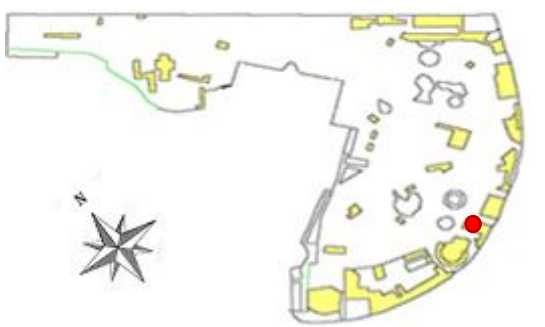
SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	798		Disponível	777,72
ALÇADA EDIFÍCI (m)				
<input type="checkbox"/> <10	<input checked="" type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
798		777,72		

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input checked="" type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input checked="" type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input type="checkbox"/> Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Inclinala	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Complicat
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input checked="" type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input type="checkbox"/> Cap			

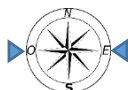
OBSERVACIONS
Coberta interessant per aprofitament hídic. Accés habitual molt complicat.

CODI ZOO	Restaurant 4	ID	8	NOM EDIFICI	Dama del paraigua
----------	--------------	----	---	-------------	-------------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	565		Disponibile	565
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
565		565		


TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input checked="" type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input type="checkbox"/> 0°	<input checked="" type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input type="checkbox"/> Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Inclinala	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input type="checkbox"/> Un vessant <input checked="" type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input checked="" type="checkbox"/> Mitjà <input type="checkbox"/> Complicat <input type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap			

OBSERVACIONS


Superfície considerable per a la captació d'aigua.

CODI ZOO	D	ID	9	NOM EDIFICI	Sala d'exposicions
----------	---	----	---	-------------	--------------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	 Font: google earth
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	354		Disponibile	354
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
354		354		



TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input checked="" type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input checked="" type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclinata	<input checked="" type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Complicat
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap			
	<input checked="" type="checkbox"/> Mitjà <input type="checkbox"/> Inaccessible			

OBSERVACIONS


Pujada al terrat mitjançant una escala vertical, accés per persones amb agilitat. Factible d'instal·lar-hi plaques solars degut a la inclinació i orientació de la coberta.

CODI ZOO	C	ID	10	NOM EDIFICI	Aviari
----------	---	----	----	-------------	--------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)					
Total	1.095	Ocupada	155,47	Disponible	939,53
ALÇADA EDIFICI (m)					
<input type="checkbox"/> <10	<input checked="" type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25	
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)					
1.095			939,53		



TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input checked="" type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclorada	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input checked="" type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Mitjà <input type="checkbox"/> Complicat <input type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input checked="" type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input type="checkbox"/> Cap			

OBSERVACIONS


Edifici potencial per a la aplicació de diferents tipus de cobertes. Estudiarem intensament aquest edifici.

CODI ZOO	B	ID	11	NOM EDIFICI	Dep. Educació
----------	---	----	----	-------------	---------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

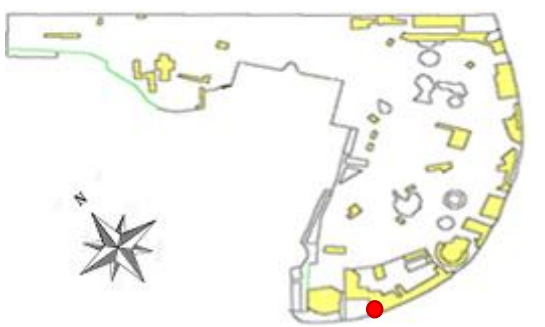
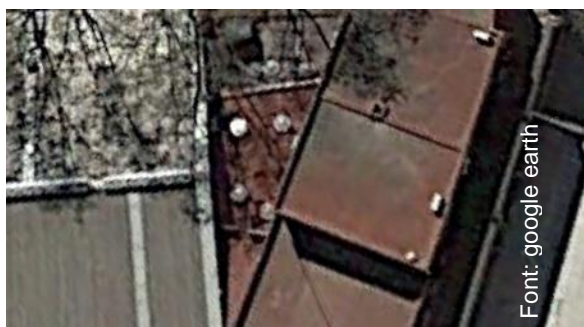
SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	184		Disponibile	184
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input checked="" type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
184		184		

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input checked="" type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclorada	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input checked="" type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Mitjà <input type="checkbox"/> Complicat <input type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap			


OBSERVACIONS
Edifici d'educació del Zoo, interessant per a fer cobertes mosaic alimentàries i fer exposicions d'educació.

CODI ZOO	B	ID	12	NOM EDIFICI	Pati Dep. Educació
----------	---	----	----	-------------	--------------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)					
Total	74,25	Ocupada	16,9	Disponible	57,35
ALÇADA EDIFICI (m)					
<input type="checkbox"/> <10	<input checked="" type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25	
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)					
74,25			57,35		



TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input checked="" type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclorada	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES			
Orientació	 <input type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input checked="" type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Mitjà <input type="checkbox"/> Complicat <input type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input checked="" type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input type="checkbox"/> Cap		

OBSERVACIONS


Part de la coberta de l'escola és utilitzada com a magatzem amb armaris de plàstic per a eines, aquesta part és el pati interior entre dos edificis, fàcilment accessible per l'Aviari o l'escola.

CODI ZOO	-	ID	13	NOM EDIFICI	Botiga Ciutadella
----------	---	----	----	-------------	-------------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	211		Disponível	211
ALÇADA EDIFÍCI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
211		211		



TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input checked="" type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclorada	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input checked="" type="checkbox"/> Complicat
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap			

OBSERVACIONS


Terrat de la botiga ubicada a l'accés oest del Zoo. Zona complicada per instal·lar cobertes ja que està ple d'arbres.

CODI ZOO	-	ID	13b	NOM EDIFICI	Botiga Wellington
----------	---	----	-----	-------------	-------------------


UBICACIÓ		FOTO COBERTA	

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	116		Disponibile	116
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
116		116		

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input checked="" type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclorada	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES					
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil	<input checked="" type="checkbox"/> Mitjà
		<input type="checkbox"/> Doble vessant		<input type="checkbox"/> Complicat	<input type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual					
	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica	<input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica	<input type="checkbox"/> Dipòsits aigua	<input type="checkbox"/> Alimentari	
	<input type="checkbox"/> Entrada de llum	<input type="checkbox"/> Sortida de calor residual	<input checked="" type="checkbox"/> Cap		


OBSERVACIONS

CODI ZOO		ID	14	NOM EDIFICI	Ponis
----------	---	----	----	-------------	-------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--



SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	191		Disponibile	191
ALÇADA EDIFICI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
191		191		

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input checked="" type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input type="checkbox"/> 0°	<input checked="" type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input type="checkbox"/> Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Inclinala	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Complicat
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap			

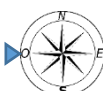
OBSERVACIONS

CODI ZOO	Restaurant 3	ID	15	NOM EDIFICI	Sabana
----------	--------------	----	----	-------------	--------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	440		Disponível	440
ALÇADA EDIFÍCI (m)				
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÁLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
440		440		



TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclorada	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil
				<input type="checkbox"/> Mitjà
Ús actual				<input type="checkbox"/> Complicat
				<input checked="" type="checkbox"/> Inaccessible
				<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari
				<input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap

OBSERVACIONS

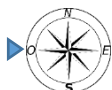
Coberta amb difícil accés, només viable per a recollida d'aigua o instal·lacions de plaques solars.

CODI ZOO	20	ID	16	NOM EDIFICI	Girafa
----------	----	----	----	-------------	--------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)					
Total	497	Ocupada	32,11	Disponible	464,89
ALÇADA EDIFICI (m)					
<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25	
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)					
497			464,89		



TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA					
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input checked="" type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada	
INCLINACIÓ COBERTA					
<input checked="" type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°		
FORMA COBERTA					
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Inclinala	<input type="checkbox"/> Mixt			

ALTRES CARACTERÍSTIQUES					
Orientació		<input checked="" type="checkbox"/> Un vessant <input type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input type="checkbox"/> Complicat	<input type="checkbox"/> Mitjà <input checked="" type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input checked="" type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input type="checkbox"/> Cap				

OBSERVACIONS


El fet de tenir un difícil accés en limita les possibilitats.

CODI ZOO	Veterinària	ID	17	NOM EDIFICI	Veterinària
----------	-------------	----	----	-------------	-------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	

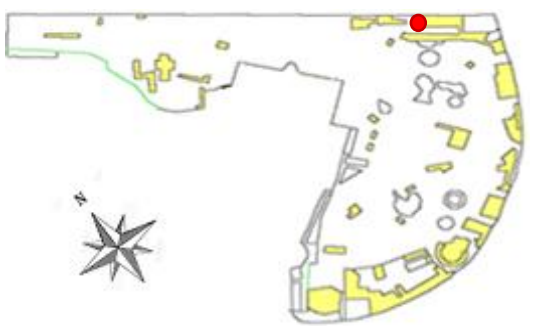

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	598		Disponível	598
ALÇADA EDIFÍCI (m)				
<input type="checkbox"/> <10	<input checked="" type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL (m²)				
598		598		

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> Formigó	<input checked="" type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input type="checkbox"/> 0°	<input checked="" type="checkbox"/> 1-15°	<input type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input type="checkbox"/> Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Inclinala	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES					
Orientació		<input type="checkbox"/> Un vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil	<input checked="" type="checkbox"/> Mitjà
		<input checked="" type="checkbox"/> Doble vessant		<input type="checkbox"/> Complicat	<input type="checkbox"/> Inaccessible
Ús actual					
	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica	<input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica	<input type="checkbox"/> Dipòsits aigua	<input type="checkbox"/> Alimentari	
	<input type="checkbox"/> Entrada de llum	<input type="checkbox"/> Sortida de calor residual	<input checked="" type="checkbox"/> Cap		


OBSERVACIONS
Coberta accessible per l'edifici del Aviari.

CODI ZOO	Administració	ID	18	NOM EDIFICI	Administració
----------	---------------	----	----	-------------	---------------

UBICACIÓ		FOTO COBERTA	
----------	---	--------------	--

SUPERFÍCIE COBERTA (m²)				
Total	340		Disponível	340
ALÇADA EDIFÍCI (m)				
<input type="checkbox"/> <10	<input checked="" type="checkbox"/> 10-15	<input type="checkbox"/> 16-20	<input type="checkbox"/> 21-25	<input type="checkbox"/> >25
CÀLCUL SUPERFÍCIE POTENCIAL				
340		340		

TIPOLOGIA MATERIAL COBERTA				
<input type="checkbox"/> Fusta	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input checked="" type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Metàl·lica/plàstic lleugera	<input type="checkbox"/> Metàl·lica pesada
INCLINACIÓ COBERTA				
<input type="checkbox"/> 0°	<input type="checkbox"/> 1-15°	<input checked="" type="checkbox"/> 16-30°	<input type="checkbox"/> >30°	
FORMA COBERTA				
<input type="checkbox"/> Plana	<input checked="" type="checkbox"/> Inclinala	<input type="checkbox"/> Mixt		

ALTRES CARACTERÍSTIQUES				
Orientació		<input type="checkbox"/> Un vessant <input checked="" type="checkbox"/> Doble vessant	Accessibilitat	<input type="checkbox"/> Fàcil <input checked="" type="checkbox"/> Complicat
Ús actual	<input type="checkbox"/> Inst. solar fotovoltaica <input type="checkbox"/> Inst. solar tèrmica <input type="checkbox"/> Dipòsits aigua <input type="checkbox"/> Alimentari <input type="checkbox"/> Entrada de llum <input type="checkbox"/> Sortida de calor residual <input checked="" type="checkbox"/> Cap			

OBSERVACIONS

5.3. Inventari edificis potencials

A continuació, s'han escollit dos edificis del total del Zoo, el Terrari i l'Aviari, ja que, degut a les condicions de les seves cobertes, són idonis per a l'aplicació de les diferents tipologies de cobertes contemplades. Per aquest motiu, se'n fa un estudi més detallat.

5.3.1. Edifici 4: Terrari

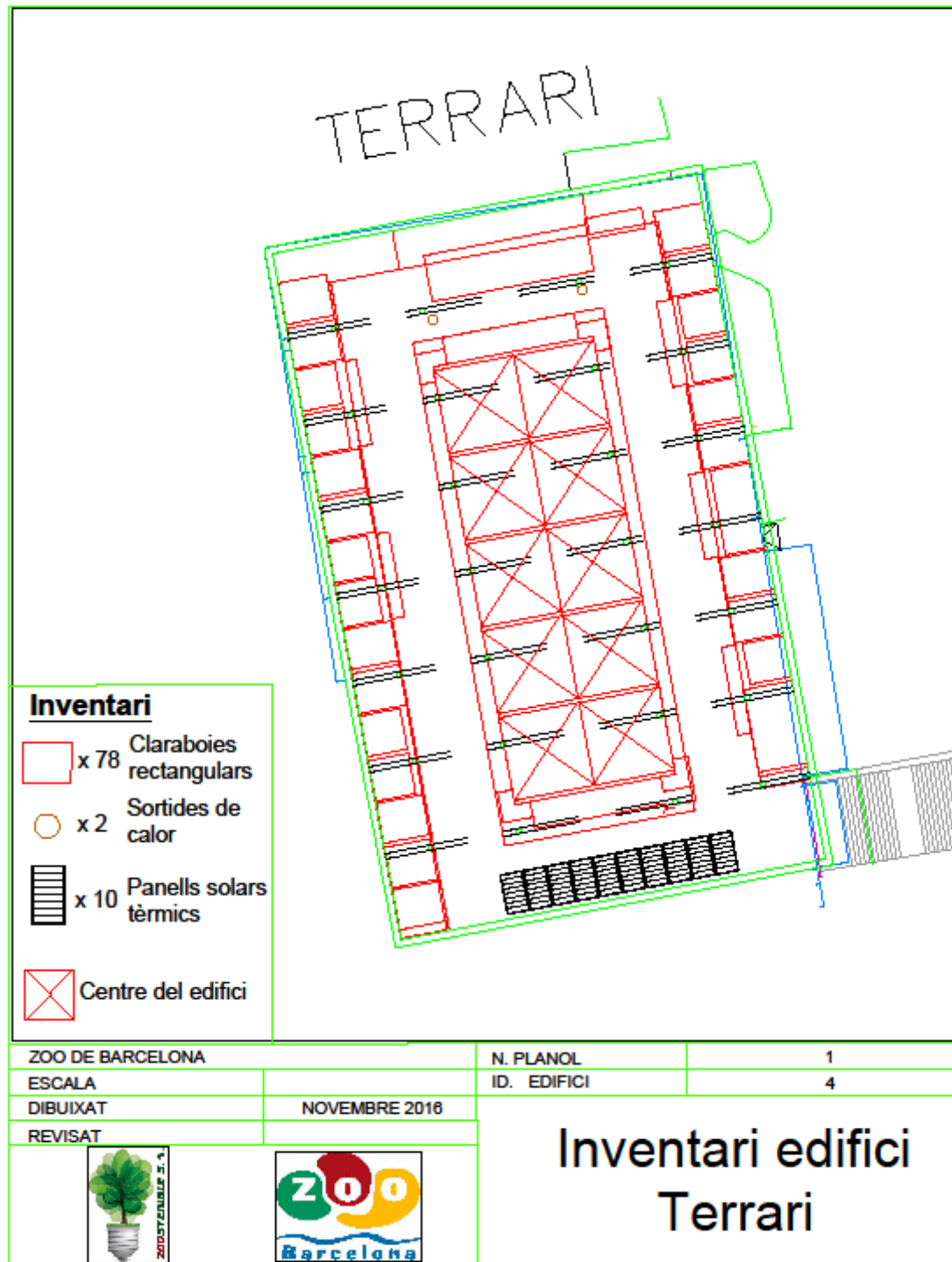


Figura 5.4: Plànol del Terrari. Font: Elaboració pròpia.

En l'estudi de l'inventari de la coberta amb número d'ID 4: Terrari, amb una superfície total de 974 m², es van comptabilitzar deu plaques solars tèrmiques. Aquestes plaques s'utilitzen per generar ACS, i aprofitar-la per a la calefacció de l'edifici.

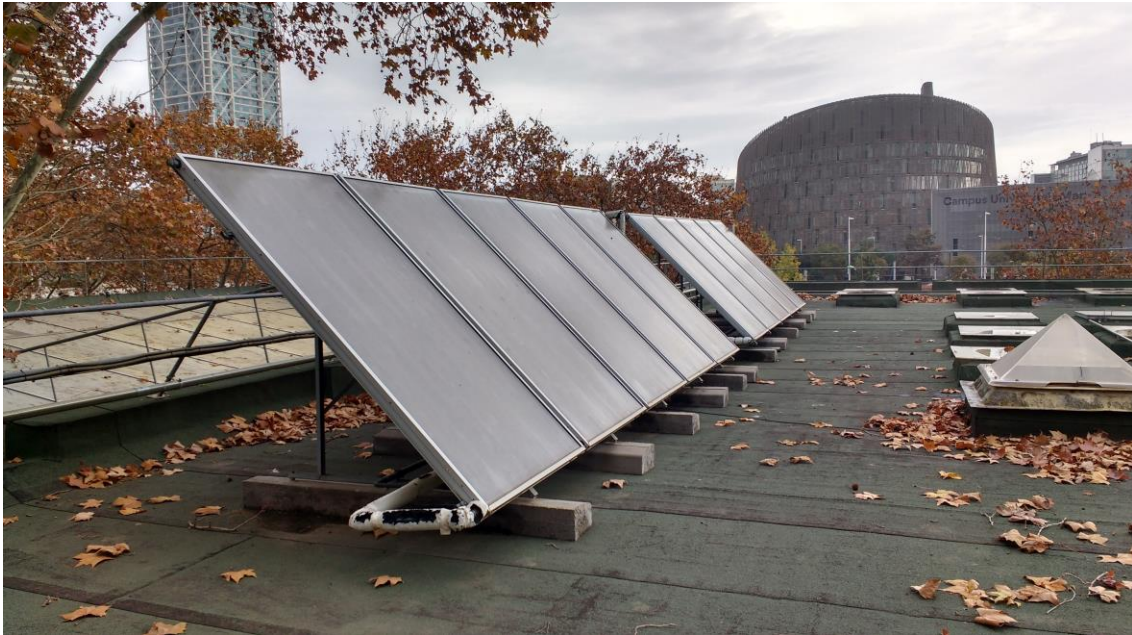


Figura 5.5: Fotografia dels 10 panells solars tèrmics per a escalfar l'aigua. Font: elaboració pròpia.

La cartografia de la coberta mitjançant el programa *AutoCAD* permet realitzar un inventari dels diferents elements que s'hi troben, com es pot veure a la Figura 5.4, a més de calcular-ne la superfície que ocupen, inventariant 78 claraboies rectangulars, 2 sortides de calor, i tot el centre de l'edifici, amb claraboies quadrangulars, ocupant una superfície de 272 m².

5.3.2. Edifici 10: Aviari

En el cas de l'estudi de l'edifici amb número d'ID 10: Aviari, es tracta d'una coberta d'uns 1.100 m² de superfície

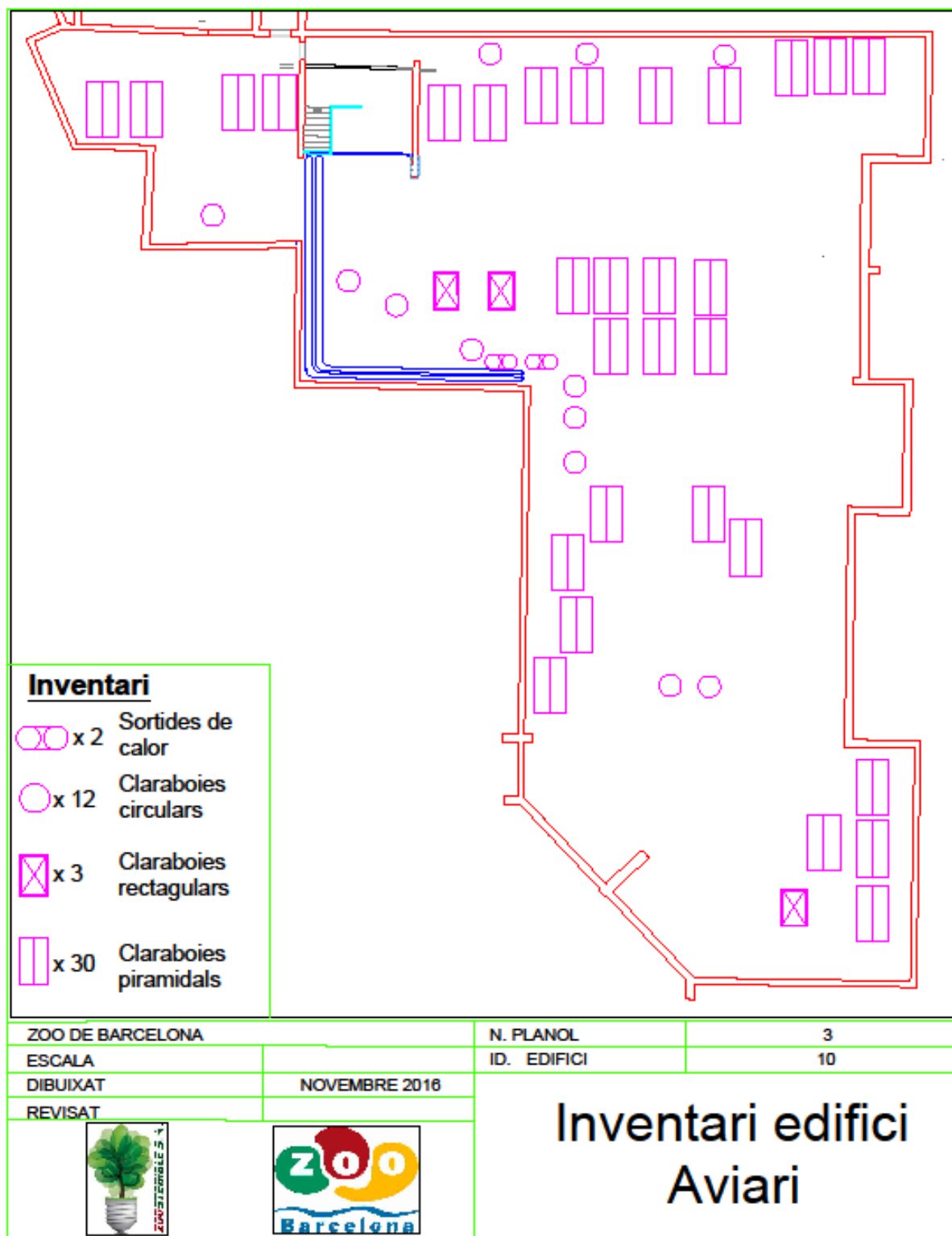


Figura 5.6: Plànol de l'Aviari. Font: Elaboració pròpia.

L'aplicació del programa AutoCAD ha permès inventariar un seguit de claraboies, organitzades segons la Figura 5.7, les quals responen a les diferents necessitats lumíniques de les espècies que alberga, a més de dues sortides de calor. Doncs, s'han inventariat 2 sortides de calor, 12 claraboies circulars, 3 rectangulars i 30 piramidals, ocupant una superfície total de 155 m².



Figura 5.7: Fotografia de la coberta de l'Aviari. Font: Elaboració pròpia.

06

Resultats i discussió



6. RESULTATS I DISCUSSIÓ

A continuació, s'exposen els diferents resultats obtinguts amb l'estudi de cada escenari i les característiques més importants que en deriven.

6.1. Resultats de potencial d'instal·lar sistemes de captació d'aigua

En primera instància, s'aplica el protocol per a seleccionar les cobertes més aptes per a aplicar-hi aquest escenari. En aquest cas, però, no existeixen factors limitants degut a què, com s'ha explicat anteriorment, el recollida el 100% dels recursos hídrics recaptats a la coberta.

Taula 6.1: Taula resum d'escenari de captació hídrica. Font: elaboració pròpia.

Resultats i discussió

ID	CODI ZOO	SUPERFICIE (m²)		Alçada (m)	Material	Inclinació (°)	Forma	Orientació	Accessibilitat	Ús actual	Viabilitat
	Nom	Total	Disponible								
1	Micos arborícoles	537	191	<10	Fusta i metàl·lica lleugera	16-30	Plana	-	Complicat	Cap	✗
2	Goril·la de costa	60	50	<10	Fibrociment	1-15	Mixt	un vessant N	Inaccessible	Entrada de llum	✓
3	Lèmur	36	36	<10	Formigó	0	Plana	-	Mitjà	Cap	✓
4	Terrari	974	974	10-15	Formigó	0	Plana	-	Mitjà	Ent. de llum, ACS i sort. calor res.	✓
5	Ós bru	48	48	<10	metàl·lica pesada	0	Plana	-	Fàcil	Cap	✓
5b	Ós bru (b)	147	147	<10	Fibrociment	1-15	Inclinada	dobles vessants SE	Mitjà	Cap	✓
6	Terra de dragons	101	101	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	0	Plana	-	Complicat	Cap	✓
6b	Terra de dragons (b)	144	144	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	0	Plana	-	Complicat	inst. solar tèrmica	✓
7	Pavelló dofins	798	798	10-15	Metàl·lica/plàstic lleugera	16-30	Inclinada	Un vessant SO	Inaccessible	Entrada de llum	✓
8	Dama del paraigua	565	565	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	1-15	Inclinada	Doble vessant O,E	Mitjà	Cap	✓
9	Sala d'exposicions	354	354	<10	Formigó	>30	Mixt	Un vessant SO	Mitjà	Cap	✓
10	Aviari	1095	1095	10-15	Formigó	0	Plana	-	Fàcil	Entrada de llum	✓
11	Dep. educació	184	184	16-20	Formigó	0	Plana	-	Fàcil	Cap	✓
12	Pati Dep. educació	74	74	10-15	Formigó	0	Plana	-	Fàcil	Entrada de llum	✓
13	Botiga Ciutadella	211	211	<10	Metàl·lica pesada	0	Plana	-	Complicat	Cap	✓
13b	botiga Wellington	116	116	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	0	Plana	-	Mitjà	Cap	✓
14	Ponis	191	191	<10	Fibrociment	1-15	Inclinada	un vessant S	Mitjà	Cap	✓
15	Sabana	440	440	<10	Fusta	0	Plana	-	Inaccessible	Cap	✓
16	Girafa	497	497	<10	Formigó	0	Plana	-	Inaccessible	Entrada de llum	✓
17	Veterinària	598	598	10-15	Metàl·lica/plàstic lleugera	1-15	Inclinada	dobles vessants N, S	Mitjà	Cap	✓
18	Administració	340	340	10-15	Formigó	16-30	Inclinada	dobles vessants SO,NE	Complicat	Cap	✓

Com es pot veure a la Taula 6.1, però, queda una coberta exclosa, remarcada en vermell, que correspon a la de Micos arborícoles, ja que presenta una coberta en forma de trama perforada per la qual s'escola l'aigua, impossibilitant-ne la seva recaptació i, en conseqüència, excloent-la d'aquest escenari.



Figura 6.1: Coberta dels micos arborícoles eliminada en l'escenari de captació hídrica. Font: elaboració pròpia.

Doncs, un cop destriades les cobertes aptes, un 95% del total, cal indicar la suposició de què les cobertes, en cas de ser planes, necessiten una mínima inclinació per al drenatge, el qual aporta un benefici alhora de recollir les aigües; però en cas de tenir una coberta amb doble vessant, implicarà un doble cost en materials de la instal·lació de canals de recollida.

Si s'observa la gràfica de la Figura 1.21 a la pàgina 39, s'obté que la disponibilitat d'aigua procedent de les precipitacions a Barcelona és de 612 mm:

Taula 6.2: Pluviometria de la ciutat de Barcelona. Font: elaboració pròpia

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Pluviometria anual
mm	39	36	45	48	52	42	25	51	73	93	59	49	612

Les precipitacions, ja siguin en forma de pluja, calamarsa o neu, es poden mesurar tant en mm com en l / m², les quals són equivalents:

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ l/m}^2$$

Gràcies a aquest factor comú, és tradueix que a Barcelona la precipitació és de 612 l/m².

$$612 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ l/m}^2}{1 \text{ mm}} = 612 \text{ l/m}^2$$

Llavors, és possible efectuar el càlcul per a obtenir l'aigua total de pluja que es pot captar per a les diferents cobertes potencials, tenint en compte els coeficients d'escolament segons el material de cada coberta.

ID	Nom	Superfície Total (m²)	Pluviometria anual (l/m²)	Material	Coefficient d'escolament (C)	Captació d'aigua anual (m³)
2	Goril·la de costa	60	612	Fibrociment	0,84	31
3	Lèmur	36	612	Formigó	0,84	19
4	Terrari	974	612	Formigó	0,84	501
5	Ós bru	48	612	metàl·lica pesada	0,84	25
5b	Ós bru (b)	147	612	Fibrociment	0,84	76
6	Terra de dragons	101	612	Metàl·lica/plàstic lleugera	0,92	57
6b	Terra de dragons (b)	144	612	Metàl·lica/plàstic lleugera	0,92	81
7	Pavelló dofins	798	612	Metàl·lica/plàstic lleugera	0,92	449
8	Dama del paraigua	565	612	Metàl·lica/plàstic lleugera	0,92	318
9	Sala d'exposicions	354	612	Formigó	0,84	182
10	Aviari	1095	612	Formigó	0,84	563
11	Dep. educació	184	612	Formigó	0,84	95
12	Pati Dep. educació	74	612	Formigó	0,84	38
13	Botiga Ciutadella	211	612	Metàl·lica pesada	0,92	119
13b	botiga Wellington	116	612	Metàl·lica/plàstic lleugera	0,92	65
14	Ponis	191	612	Fibrociment	0,84	98
15	Sabana	440	612	Fusta	0,7	188
16	Girafa	497	612	Formigó	0,84	255
17	Veterinària	598	612	Metàl·lica/plàstic lleugera	0,92	337
18	Administració	340	612	Formigó	0,84	175

TOTAL						3.671
--------------	--	--	--	--	--	--------------

El total de l'aigua captada és de **3.671 m³**, si es pren com a referència el consum de l'any 2015 que va ser de 582.473 m³, s'obté un grau d'autosuficiència del 0,6%. Coneguda la raó del consum disparat, respecte l'any anterior (2014), on el consum va ser de 374.861 m³, llavors s'obté un **grau d'autosuficiència que representa el 0,9%** respecte el consum hídric total del Zoo.

Si s'observen els edificis amb una superfície potencial de captació hídrica més elevada, corresponent a les cobertes nº 4 i nº 10, el Terrari i l'Aviari, amb unes superfícies potencials de 974m² i 1.095m² respectivament, als quals s'estudiarà l'autosuficiència hídrica de l'edifici i el dimensionament dels dipòsits tenint en compte la irregularitat de les precipitacions i les necessitats hídriques dels edificis.

6.1.1. Consum hídric, abastiments i dimensionament d'un dipòsit a l'Aviari

- **Demanda d'aigua:** 1.45 m³/dia
- **Superfície de la coberta:** 1095 m²
- **Coeficient d'escolament:** 0.84
- **Dades pluviomètriques diàries de l'estació del Raval (2012-2016)**

Si es relaciona la demanda de l'edifici amb l'aigua de pluja disponible, s'obté un abastiment del **93%**, però si es contempla la irregularitat de les pluges, s'obtenen els abastiments en l'Aviari, obtinguts amb *Plugrisost*, són:

Taula 6.3: Percentatge d'abastiment de l'aviari. Font: Elaboració pròpia.

	Aigua de xarxa	Aigua pluvial cobertes
2012	40%	60%
2013	20.7%	79.3%
2014	24%	76%
2015	52.7%	47.3%
2016	42.9%	57.1%

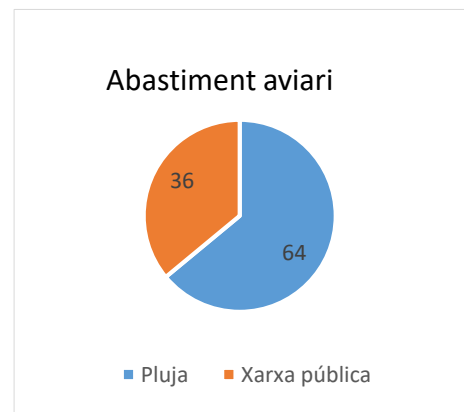


Figura 6.2: Percentatge d'abastiment de l'Aviari. Fon: elaboració pròpia.

En el cas de l'aviari, s'ha obtingut la possibilitat d'abastir-se mitjançant aigües de pluja en un **64%**, i el **36%** restant d'aigua de la xarxa pública.

A més, mitjançant *Plugrisost*, s'ha obtingut la següent taula de nivells de satisfacció de la demanda segons els volums del dipòsit desitjats, tenint en compte valors mitjans de sèries pluviomètriques diàries dels darrers cinc anys, i escollint el dipòsit de **21 m³**, ja que és l'últim dipòsit que aporta un augment de la satisfacció mitjana major del 1% respecte la demanda de l'edifici i, escollint-ne

un de major volum, suposaria un sobredimensionament del tanc i, per tant, un sobrecost. Una possible instal·lació seria un dipòsit soterrat de formigó prefabricat, degut al gran volum que ocuparia.

Taula 6.4: Grau de satisfacció segons la capacitat del dipòsit. Font: elaboració pròpia.

Volum (m ³)	Satisfacció mitjana (%)
10	36.63
11	38.23
12	39.65
13	40.99
14	42.29
15	43.5
16	44.67
17	45.82
18	46.91
19	47.18
20	48.85
21	49.67
22	50.45
23	51.2
24	51.89
25	52.49
26	53.03
27	53.3
28	53.96
29	54.37
30	54.77

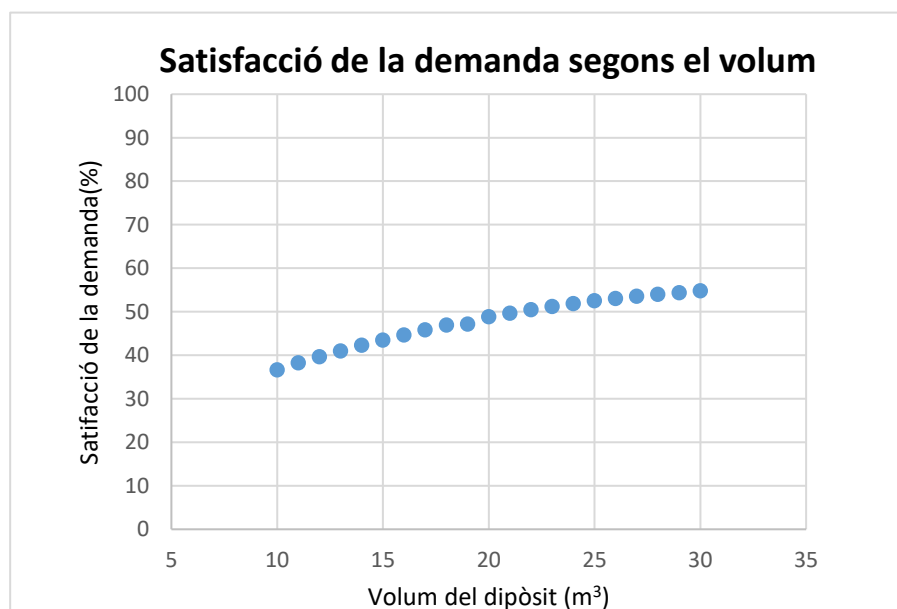


Figura 6.3: Gràfica de percentatge de satisfacció de la demanda segons el volum. Font: Elaboració pròpia.

La gràfica obtinguda de relacionar els percentatges de satisfacció mitjana de la demanda amb el volum del dipòsit, mostra un increment de la satisfacció significatiu per cada m³ de tanc que s'augmenta, fins a assolir un punt d'inflexió,

situat als 21 m³, a partir del qual, l'increment de satisfacció és menyspreable, amb el conseqüent sobredimensionament del dipòsit.

6.1.1.1. Reducció de les emissions de CO₂ equivalent a l'Aviari

La reducció de CO₂ equivalent fa referència a les emissions evitades en el tractament de les aigües provinents de la xarxa pública. En aquest cas, representen el 64%, que representen 343.100 kg d'aigua⁶ de l'abastiment de recursos hídrics de l'edifici.

$$0,000319 \cdot 343.100 \text{ kg aigua} = \mathbf{109,45 \text{ kg de CO}_2 \text{ eq}}$$

Doncs, aplicant el dipòsit de 21 m³, es reduirien les emissions un total de **109,45 kg de CO₂ equivalent**.

6.1.2. Consum hídric, abastiments i dimensionament d'un dipòsit en el Terrari

- **Demanda d'aigua:** 3.7 m³/dia
- **Superfície de la coberta:** 974m²
- **Coefficient d'escolament:** 0.84
- **Dades pluviomètriques diàries de l'estació del Raval (2012-2016)**

En el cas del Terrari, de la relació entre la demanda hídrica de l'edifici amb l'aigua de pluja anual disponible, se n'obté una **autosuficiència del 15%** degut principalment a l'elevat consum de l'edifici. No obstant, si es considera la irregularitat de les pluges, s'obté la següent taula:

Tabla 6.1: Percentatge d'abastiment del Terrari. Font: Elaboració pròpia.

Any	Aigua de xarxa	Aigua pluvial cobertes
2012	75.4%	24.6%
2013	70.4%	29.6%
2014	68.3%	31.7%
2015	83.5%	16.5%
2016	78.7%	21.3%

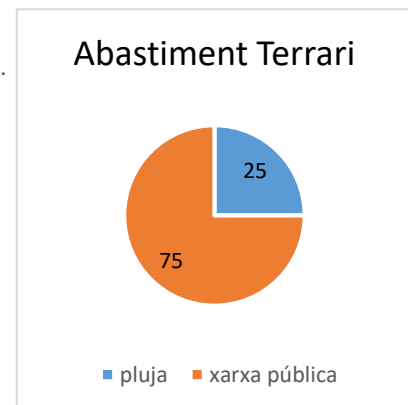


Figura 6.4: Percentatge d'abastiment del Terrari. Font: Elaboració pròpia.

⁶ Valor extret del programa *Plugrisost*.

Mitjançant el software *Plugrisost*, un cop conegudes les variables a tenir en compte, s'ha obtingut que l'edifici del Terrari pot abastir-se hídricament en un **25%** de l'aigua de pluja i el **75%** restant de la xarxa pública, tot això tenint en compte la irregularitat de les pluges.

Taula 6.5: Grau de satisfacció segons la capacitat del dipòsit. Font: elaboració pròpia.

Volum (m ³)	Satisfacció mitjana (%)
10	15,79
11	17,76
12	17,05
13	17,53
14	17,96
15	18,35
16	18,73
17	19,1
18	19,45
19	19,75
20	18,88
21	20,15
22	20,38
23	20,6
24	20,82
25	21,03
26	21,23
27	21,4
28	21,57
29	21,74
30	21,9

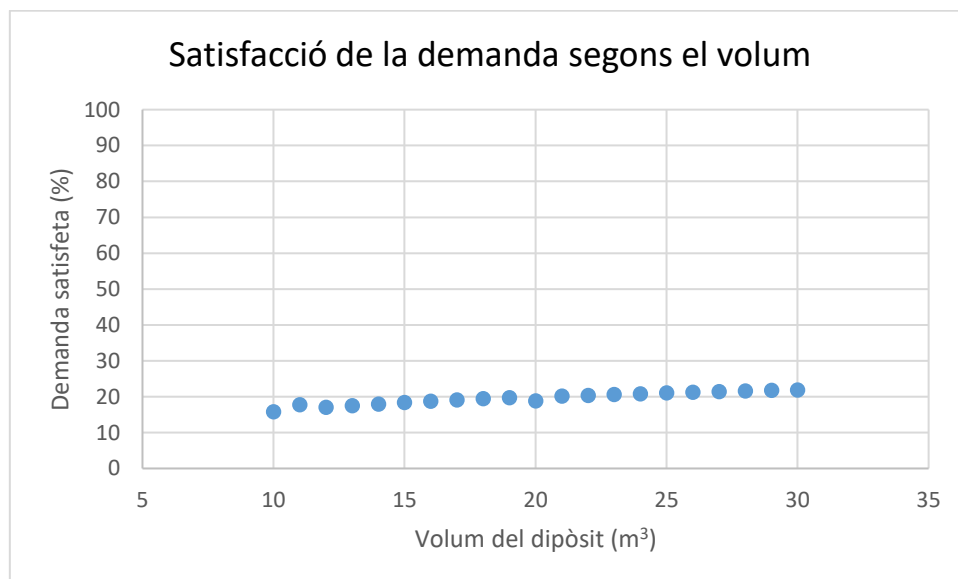


Figura 6.5: Satisfacció de la demanda segons el volum. Font: Elaboració pròpia.

En aquest cas, doncs, en resulta un dipòsit amb un volum de **11m³**, determinat seguint el mateix criteri que en el dimensionament del dipòsit de l'Aviari. La gràfica resulta menys representativa degut a que els percentatges de demanda satisfets són relativament baixos degut a la irregularitat de les pluges i l'elevat consum de l'edifici.

6.1.2.1. Reducció de les emissions de CO₂ equivalent al Terrari

En aquest cas, es calcula la reducció de CO₂ equivalent, fent referència a l'aigua captada a la coberta del Terrari anualment, del 25%, que representen **348.220 kg** d'aigua⁷, d'abastiment a aquest edifici.

$$0,000319 \cdot 348.220 \text{ kg aigua} = \mathbf{111,08 \text{ kg de CO}_2 \text{ eq}}$$

⁷ Valor extret del programa *Plugrisost*.

6.2. Resultats del potencial energètic

A continuació s'indiquen els factors limitants d'aquest escenari:

- **Material:** el material de la coberta ha de ser suficientment resistent com per a aguantar el pes de les instal·lacions que s'hi volen aplicar. Per aquest motiu, només considerem les tipologies formigó i metàl·lica pesada com a aptes per aquest escenari.

Fusta	Fibrociment	Metàl·lica/plàstic lleugera	Formigó	Metàl·lica pesada
-------	-------------	-----------------------------	---------	-------------------

- **Forma:** En aquest estudi, només es consideren com a aptes aquelles cobertes que són planes. Es descarten, doncs, qualsevol coberta amb cert grau d'inclinació.

Inclinada	Mixt	Plana
-----------	------	-------

- **Accessibilitat:** L'accessibilitat a les cobertes és un factor important a tenir en compte, no només pel fet d'instal·lar-hi els equips, sinó també pel seu manteniment.

Inaccessible	Complicat	Mitjà	Fàcil
--------------	-----------	-------	-------

- **Superfície disponible:** Només s'han considerat aptes aquelles cobertes amb una superfície disponible superior a 200 m², degut a què, en cas contrari, la zona d'ombres en reduiria notòriament la superfície potencial per a la instal·lació de plaques solars.

Taula 6.6: Taula resum d'escenari energètic. Font: Elaboració pròpia.

ID	CODI ZOO	SUPERFICIE (m ²)			Alçada (m)	Material	Inclinació (°)	Forma	Orientació	Accessibilitat	Ús actual	Viabilitat
	Nom	Total	Ocupada	Disponible								
1	Micos arborícoles	537	346	191	<10	Fusta i metàl·lica lleugera	16-30	Plana	-	Complicat	Cap	✗
2	Goril·la de costa	60	10	50	<10	Fibrociment	1-15	Mixt	un vessant N	Inaccessible	Entrada de llum	✗
3	Lèmur	36	0	36	<10	Formigó	0	Plana	-	Mitjà	Cap	✗
4	Terrari	974	272	702	10-15	Formigó	0	Plana	-	Mitjà	Ent. de llum, ACS i sort. calor res.	✓
5	Ós bru	48	0	48	<10	metàl·lica pesada	0	Plana	-	Fàcil	Cap	✗
5b	Ós bru (b)	147	0	147	<10	Fibrociment	1-15	Inclinada	dobles vessants SE	Mitjà	Cap	✗
6	Terra de dragons	101	0	101	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	0	Plana	-	Complicat	Cap	✗
6b	Terra de dragons (b)	144	0	144	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	0	Plana	-	Complicat	inst. solar tèrmica	✗
7	Pavelló dofins	798	20	778	10-15	Metàl·lica/plàstic lleugera	16-30	Inclinada	Un vessant SO	Inaccessible	Entrada de llum	✗
8	Dama del paraigua	565	0	565	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	1-15	Inclinada	Doble vessant O,E	Mitjà	Cap	✗
9	Sala d'exposicions	354	0	354	<10	Formigó	>30	Mixt	Un vessant SO	Mitjà	Cap	✗
10	Aviari	1095	155	940	10-15	Formigó	0	Plana	-	Fàcil	Entrada de llum	✓
11	Dep. educació	184	0	184	16-20	Formigó	0	Plana	-	Fàcil	Cap	✗
12	Pati Dep. educació	74	16	58	10-15	Formigó	0	Plana	-	Fàcil	Entrada de llum	✗
13	Botiga Ciutadella	211	0	211	<10	Metàl·lica pesada	0	Plana	-	Complicat	Cap	✗
13b	botiga Wellington	116	0	116	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	0	Plana	-	Complicat	Cap	✗
14	Ponis	191	0	191	<10	Fibrociment	1-15	Inclinada	un vessant S	Mitjà	Cap	✗
15	Sabana	440	0	440	<10	Fusta	0	Plana	-	Inaccessible	Cap	✗
16	Girafa	497	32	465	<10	Formigó	0	Plana	-	Inaccessible	Entrada de llum	✗
17	Veterinària	598	0	598	10-15	Metàl·lica/plàstic lleugera	1-15	Inclinada	dobles vessants N, S	Mitjà	Cap	✗
18	Administració	340	0	340	10-15	Formigó	16-30	Inclinada	dobles vessants SO,NE	Complicat	Cap	✗

Una vegada aplicat el filtre, remarcant en les caselles vermelles quins són els criteris limitants de cada coberta, només es consideren dos edificis com a aptes, el Terrari i l'Aviari, amb ID 4 i 10, respectivament, els quals representen un 10% del total de cobertes.

Així doncs, es contemplen els següents escenaris de caire energètic.

6.2.1. Escenari solar fotovoltaic

A continuació s'estudia la implantació de panells solars fotovoltaics als edificis de l'Aviari i el Terrari.

6.2.1.1. Implantació d'energia fotovoltaica en la coberta de l'Aviari

Per començar, es determina la irradiació incident un cop aplicat el factor de correcció k . En aquest cas $k=1,208$, que correspon a una inclinació de 35° , ja que és amb aquesta inclinació quan s'assoleix el major valor del factor.

El valor de la radiació mitjana diària és de $4,56 \frac{kWh}{m^2 \cdot any}$, com ja s'ha citat a l'apartat de climatologia als antecedents, i es passa a radiació mitjana anual (RMA) per poder efectuar els càlculs:

$$RMA = 4,56 \frac{kWh}{m^2 \cdot dia} \cdot 365 \frac{dies}{any} = 1.664,4 \frac{kWh}{m^2 \cdot any}$$

Un cop determinada la RMA , doncs:

$$RSI = 1.664,4 \frac{kWh}{m^2 \cdot any} \cdot 1,208 = 2.010,59 \frac{kWh}{m^2 \cdot any}$$

El següent pas consisteix en destriar el model de panell solar que es vol aplicar. En aquest cas, s'ha triat el model *Sunmodule Plus SW 300 MONO* de la marca *SolarWorld*⁸ per les seves característiques tècniques i el seu alt rendiment, després de comparar-ho amb altres panells de la mateixa marca.

Taula 6.7: Comparació de panells fotovoltaics. Font: Elaboració pròpia.

Panell	Plus SW 280 mono	Protect SW 270 mono black	Plus SW 270 mono black	Plus SW 290 mono	Plus SW 300 mono
Màxim potencial	280 Wp	270Wp	270Wp	290Wp	300Wp
Rendiment	16,7%	16,1%	16,1%	17,3%	17,89%
Celes per panell	60	60	60	60	60
Preu unitari ⁹ (\$)	367,53	408,15	365,74	396,00	396,00

⁸ S'ha escollit la marca *SolarWorld* degut als resultats que va obtenir al *PV+Test*, un test realitzat per *TÜV Rheinland* juntament amb *Solar Praxis* que té com a finalitat avaluar la qualitat dels panells solars fotovoltaics (https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/el-mejor-panel-solar-del-mundo/#En_que_consiste_ese_PVTest_hecho_por_TUV)

⁹ Preu extret d'un document de la pròpia companyia.

Com es pot observar a la taula, tots els panells, i d'altres que no estan contemplats en aquesta comparació, tenen un preu aproximadament igual. Per aquest motiu, s'ha escollit aquell que té un major rendiment i potencial màxim.

Un cop determinat el model que es vol aplicar, es calcula l'energia proporcionada per placa, sabent que les dimensions de la placa són de 1.640x992x40 mm. No obstant, i degut a la inclinació que se'ls hi pretén aplicar per optimitzar la producció energètica, primer cal calcular la superfície incident real amb els 35° d'inclinació, a partir de la fórmula:

$$A_p = 1,64m \cdot \cos 35^\circ \cdot 0,99 m = 1,33m^2$$

Un cop coneguda la superfície incident real, es procedeix al càlcul de la producció de cada placa¹⁰:

$$2.010,59 \frac{kWh}{m^2 \cdot any} \cdot 0,1789 \cdot \frac{1,33m^2}{placa} = 479,11 \frac{kWh}{placa \cdot any}$$

Per saber quin és el nombre de plaques que s'hi pot aplicar, és necessària conèixer la superfície potencial. Com s'ha esmentat anteriorment:

$$Superfície\ potencial = Superfície\ disponible - Ombres$$

La superfície disponible de l'Aviari és de 939,53 m², i per calcular la superfície d'ombres s'aplicarà la fórmula següent:

$$d = h \cdot K_1$$

Per a destriar el valor de h , s'ha delimitat una alçada mitjana dels plàtans que envolten l'edifici d'uns 13 metres¹¹, i es selecciona una alçada mitjana de 10 metres de l'edifici Aviari, segons la fitxa inventari. Així doncs:

$$d = 3m \cdot 2,54 = 7,62m$$

Per tant, les plaques s'haurien d'instal·lar a una distància de 7,62 metres dels arbres per al seu òptim funcionament. No obstant, els arbres estan situats a la vessant nord-oest de l'edifici i, en conseqüència, el seu grau d'afectació és menor, sinó nul, ja que "*Per tal d'avaluar la incidència d'ombres d'obstacles pròxims, s'observarà l'entorn pròxim comprès en la franja est-oest, en la qual no hi ha d'haver cap obstacle que pugui produir ombres sobre els captadors solars*" (Mundet, 2009). De totes maneres, s'utilitzaran aquestes dades per a fer els càlculs, considerant una zona d'ombres de seguretat per a l'òptim funcionament de les plaques.

¹⁰ Eficiència de la placa extreta de la fitxa tècnica, adjuntada als annexos.

¹¹ Es pren com a referència l'edifici veí, el *CEM Parc de la Ciutadella*, el qual té una alçada de 12-13 metres (http://arxiu.elperiodico.cat/ed/20100225/pag_043.html)

El punt de referència per a comptar els 7,62m de separació entre els obstacles i la instal·lació és el punt més alt de l'objecte que projecta l'ombra, com s'observa a la següent imatge.

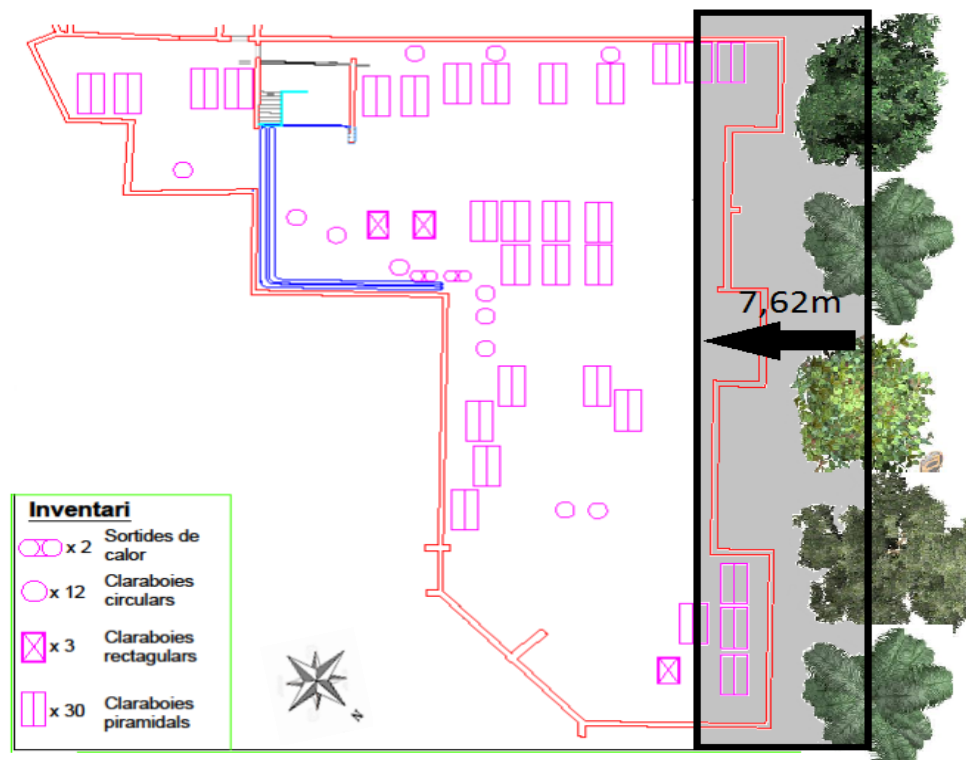


Figura 6.6: Zona d'ombres de seguretat de l'Aviari. Font: Elaboració pròpia.

Així doncs, en resulta una superfície d'ombres d'aproximadament 220 m^2 , que representa un 20% de la superfície total de la coberta, i, per tant, una superfície potencial d'uns $719,5 \text{ m}^2$. No obstant, com s'aprecia a la imatge, la zona d'ombres inclou part de la zona ocupada, la qual s'ha de restar d'aquesta zona d'ombres degut a que ja s'ha contemplat. Per tant, en resulta una superfície potencial d'uns **$739,64 \text{ m}^2$** .¹²

A més, s'ha de tindre en compte la superfície mínima entre placa i placa per evitar la superposició d'ombres. En aquest cas, aquest valor s'obté mitjançant l'equació:

$$d_m = K_2 \cdot h$$

Per tant, i segons la taula següent:

Taula 6.8: Factor K_2 segons la inclinació. Font: Elaboració pròpia a partir del dossier de l'ICE.

Inclinació	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Coefficient K_2	1,88	2,06	2,24	2,39	2,53	2,64	2,74	2,82

Com la inclinació segons el factor de correcció era de 35°, la fórmula quedaria:

¹² Resultant de restar-li a la zona d'ombres l'àrea de cinc claraboies piramidals.

$$d_m = 2,39 \cdot 1,64m = 3,91m$$

Per tant, si multipliquem aquest valor per l'amplitud de la placa, s'obtindrà la superfície mínima que hi ha d'haver entre placa i placa. Doncs:

$$S_m = 3,91m \cdot 0,99m = 3,87m^2$$

A partir d'aquí, es calcula quantes plaques s'hi poden instal·lar (N), tenint en compte l'àrea real que ocupa cadascuna d'elles més la superfície mínima de separació:

$$N = \frac{739,64m^2}{1,33m^2 + 3,87m^2} = \mathbf{142 \text{ plaques}}$$

Un cop determinat el nombre de plaques òptim que s'hi poden instal·lar, es pot calcular el total d'energia proporcionada pel sistema Aviari:

$$479,11 \frac{kWh}{placa \cdot any} \cdot 142 \text{ plaques} = \mathbf{68.034,18 \frac{kWh}{any}}$$

En total, les **142 plaques** que s'instal·larien al Terrari generarien una **energia de 68.034 $\frac{kWh}{any}$** , suposant unes condicions òptimes.

- **Càlcul del grau d'autosuficiència solar fotovoltaica de l'Aviari**

Un cop determinada l'energia total, es calcula el grau d'autosuficiència que en deriva, considerant un consum mitjà anual de l'edifici de 48437,6 kWh¹³:

$$\frac{68.034,18 kWh}{48.437,6 kWh} \cdot 100 = \mathbf{140,45\%}$$

Doncs, l'aplicació de l'escenari fotovoltaic a l'Aviari aportaria un **grau d'autosuficiència del 140,45%**, és a dir, que es generaria un 40,45% més d'energia que la que es consumeix en aquest edifici del Zoo.

6.2.1.2. Implantació d'energia fotovoltaica en la coberta del Terrari

Sabent que $RSI = 2.010,59 \frac{kWh}{m^2 \cdot any}$ i que, al tractar-se del mateix model de placa fotovoltaica, cadascun dels panells proporciona **479,11 $\frac{kWh}{placa \cdot any}$** , es procedeix al càlcul del nombre de plaques que s'hi poden instal·lar, utilitzant el mateix mètode que en el cas de l'Aviari.

La superfície disponible del Terrari és de $701,8 m^2$, doncs, per calcular la superfície d'ombres s'aplica la fórmula:

¹³ Segons el treball *Estudi del metabolisme energètic i de recursos de l'Aviari del Zoo de Barcelona. Mesures cap a la sostenibilitat*.

$$d = h \cdot K_2$$

Per a destriar el valor de h , s'ha delimitat una alçada mitjana dels plàtans que envolten l'edifici d'uns 16 metres¹⁴, i s'agafa una alçada mitjana de 10 metres de l'edifici Terrari, segons la fitxa inventari. Així doncs:

$$d = 6m \cdot 2,54 = 15,24m$$

Per tant, les plaques s'haurien d'instal·lar a una distància de 15,24 metres dels arbres. No obstant, els arbres estan situats a la vessant nord-oest de l'edifici i, en conseqüència, el seu grau d'afectació és menor, sinó nul, ja que "Per tal d'avaluar la incidència d'ombres d'obstacles pròxims, s'observarà l'entorn pròxim comprès en la franja est-oest, en la qual no hi ha d'haver cap obstacle que pugui produir ombres sobre els captadors solars" (Mundet, 2009). De totes maneres, s'utilitzaran aquestes dades per a fer els càlculs, considerant una zona d'ombres de seguretat per a l'òptim funcionament de les plaques.

El punt de referència per a comptar els 15,24 metres de separació entre els obstacles i la instal·lació és el punt més alt de l'objecte que projecte l'ombra, com s'aprecia a la següent imatge:



Figura 6.7: Zona d'ombres de seguretat del Terrari. Font: Elaboració pròpia.

Així doncs, en resulta una superfície d'ombres d'aproximadament 402 m², la qual equival al 41% de l'àrea total de la coberta, i, per tant, una superfície potencial d'uns 300 m². No obstant, com s'aprecia a la imatge, la zona d'ombres inclou part de la zona ocupada, la qual s'ha de restar d'aquesta zona d'ombres degut a

¹⁴ Alçada extreta segons l'escala a *Google Earth*, valor aproximat.

que ja s'ha contemplat. Per tant, en resulta una superfície potencial d'uns **426,2 m²**.¹⁵

També s'ha de tindre en compte la superfície mínima entre placa i placa per evitar la superposició d'ombres. En aquest cas, doncs:

$$d_m = 2,39 \cdot 1,640m = 3,91m$$

Per tant, si multipliquem aquest valor per l'amplitud de la placa, s'obtindrà la superfície mínima que hi ha d'haver entre placa i placa:

$$S_m = 3,91m \cdot 0,992m = 3,87m^2$$

A partir d'aquí, es calcula quantes plaques s'hi poden instal·lar (N), tenint en compte l'àrea que ocupa cadascuna d'elles més la superfície mínima de separació:

$$N = \frac{426,2m^2}{1,332m^2 + 3,87m^2} = \mathbf{81 \text{ plaques}}$$

Un cop determinat el nombre de plaques òptim que s'hi poden instal·lar, es calcula el total d'energia proporcionada pel sistema Terrari:

$$479,114 \frac{kWh}{placa \cdot any} \cdot 81 \text{ plaques} = \mathbf{38.808,23 \frac{kWh}{any}}$$

Així doncs, la instal·lació d'aquests **81 panells** generarien una energia de $38808,234 \frac{kWh}{any}$, suposant que es donen les condicions òptimes.

- **Càlcul del grau d'autosuficiència solar fotovoltaica del Terrari**

Obtingut ja el valor de l'energia aportada pels panells solars, es pot calcular el grau d'autosuficiència que aportarien, considerant un consum anual mitjà de l'edifici de 194257 kWh¹⁶:

$$\frac{38808,234 kWh}{194257kWh} \cdot 100 = 19,97\%$$

Per tant, de l'aplicació de l'escenari fotovoltaic a l'edifici del Terrari se n'obté un nivell d'autosuficiència de gairebé el **20%**.

¹⁵ Resultant de restar-li a la zona d'ombres l'àrea de les claraboies a la zona ombrejada.

¹⁶ Segons el treball *Metabolismo de los vectores ambientales del Terrario del parque Zoológico de Barcelona*.

6.2.1.3. Grau d'autosuficiència total de l'escenari solar fotovoltaic

A continuació, es mostra el grau d'autosuficiència a nivell de tot el Zoo que aportaria l'aplicació de l'escenari fotovoltaic a ambdós edificis.

$$68.034,18 \frac{kWh}{any} + 38.808,23 \frac{kWh}{any} = \mathbf{106.842,42 \frac{kWh}{any}}$$

Del sumatori de les energies generades pels panells en els dos edificis en resulta una **energia total de $106.842,42 \frac{kWh}{any}$** , que, comparant-la amb el consum total del Zoo¹⁷, ens atorga el nivell d'autosuficiència total.

$$\frac{106.842,42 kWh}{3.279.322 kWh} \cdot 100 = \mathbf{3,25\%}$$

Per tant, de l'aplicació de l'escenari solar fotovoltaic als edificis del Terrari i l'Aviari en deriva una **autosuficiència total del 3,25%**.

6.2.1.4. Reducció de l'impacte ambiental de l'escenari solar fotovoltaic en Kg de CO₂ derivat

Un cop conegut quina quantitat d'energia generaria aquest escenari, es pot calcular quin seria el benefici ambiental que s'obtindria si s'apliqués. En primer lloc, es calculen les emissions de CO₂ derivades del consum elèctric totals del Zoo:

$$Emissió actual = \frac{0,484 Kg CO_2}{kWh} \cdot 3.279.322 kWh = \mathbf{1.587.191,84 Kg CO_2}$$

En segon lloc, es calcula quin valor correspon a l'energia generada:

$$Reducció emissió = \frac{0,484 Kg CO_2}{kWh} \cdot 106.842,42 kWh = \mathbf{51.711,73 Kg CO_2}$$

Un cop coneguts aquests valors, es pot calcular quina seria l'emissió total un cop s'apliqués l'escenari fotovoltaic.

$$Emissió total = 1.587.191,84 - 51.711,73 = \mathbf{1.535.480,11 Kg CO_2}$$

$$Reducció = \frac{51.711,73}{1.587.191,84} \cdot 100 = \mathbf{3,25\%}$$

¹⁷ Consum de l'any 2015.

Per tant, amb la instal·lació dels panells fotovoltaics es **reduiria un 3,25%** el total d'emissions de CO₂ derivat del consum elèctric al Zoo.

6.2.2. Escenari solar tèrmic

Seguidament, es fa un estudi sobre la instal·lació de panells solars tèrmics als edificis del Terrari i l'Aviari.

6.2.2.1. Implantació d'energia tèrmica en la coberta de l'Aviari

Ja determinada la *RSI*:

$$RSI = 2.010,595 \frac{kWh}{m^2 \cdot any}$$

Es destria el model de panell solar tèrmic que es vol aplicar. En aquest cas, s'ha triat el model *SKR500* de la marca *SONNENKRAFT* per les seves característiques tècniques i el seu alt rendiment, després de comparar aquest panell amb dos més, de característiques similars:

Taula 6.9: Comparació de captadors solars. Font: Elaboració pròpia.

Panell	T20PS	VRFA 2.3	SKR500
Marca	Termicol	ECOTOP VRFA-HRF	Sonnenkraft
Rendiment òptic	0,774	0,76	0,82
Temperatura d'estanquïtat (°C)	128	175	174
Pressió màxima de treball (bar)	10	10	10

Com es pot observar, els diferents panells contemplats tenen unes característiques similars, de les quals el rendiment òptic n'ha estat l'element diferenciador.

Degut a la inclinació que se'ls hi pretén aplicar per optimitzar la producció energètica, primer cal calcular la superfície incident real amb els 35° de inclinació, a partir de la fórmula:

$$A_p = h \cdot \cos 35^\circ \cdot b$$

On A_p és l'àrea total ocupada pels panells (m^2); h és l'alçada dels panells (m); $\cos 35^\circ$ correspon a la inclinació de les plaques; b fa referència l'amplada dels panells (m). Per tant:

$$A_p = 2,079m \cdot \cos 35^\circ \cdot 1,24m = 2,11m^2$$

Un cop escollit el model de captador solar, apliquem les fórmules¹⁸ per a obtenir l'energia solar tèrmica anual que proporcionen les plaques tèrmiques:

$$2.010,59 \frac{kWh}{m^2 \cdot any} \cdot 0,61 \cdot \frac{2,11m^2}{placa} = 2.587,83 \frac{kWh}{placa \cdot any}$$

Per saber quin és el nombre de plaques que s'hi pot aplicar, és necessària conèixer la superfície potencial. Com s'ha esmentat anteriorment:

$$Superfície\ potencial = Superfície\ disponible - Ombres$$

Sabent que la superfície potencial de l'Aviari, calculada anteriorment, és d'uns 739,64 m², es procedeix a calcular la superfície mínima entre placa i placa per evitar la superposició d'ombres:

$$d_m = 2,39 \cdot 2,079m = 4,96m$$

Per tant, si multipliquem aquest valor per l'amplitud de la placa, s'obtindrà la superfície mínima que hi ha d'haver entre placa i placa. Doncs:

$$S_m = 4,968m \cdot 1,24m = 6,16m^2$$

A partir d'aquí, es calcula quantes plaques s'hi poden instal·lar (N), tenint en compte l'àrea que ocupa cadascuna d'elles més la superfície mínima de separació:

$$N = \frac{739,64m^2}{2,11m^2 + 6,16m^2} = 89\text{ plaques}$$

Un cop determinat el nombre de plaques òptim que s'hi poden instal·lar, es pot calcular el total d'energia proporcionada pel sistema Aviari:

$$2.587,83 \frac{kWh}{placa \cdot any} \cdot 89\text{ plaques} = 230.317,4 \frac{kWh}{any}$$

Per tant, amb la instal·lació de **89 panells tèrmics** s'obté una **energia de 230.317,4 kWh**.

- **Càlcul del grau d'autosuficiència solar tèrmica de l'Aviari**

Coneguda l'energia total aportada pels captadors solars, es pot extreure el grau d'autosuficiència, considerant un consum anual de gas de l'edifici de 285.532,65 kWh¹⁹:

$$\frac{230.317,4\text{ kWh}}{285.532,65\text{ kWh}} \cdot 100 = 80,66\%$$

¹⁸ $\eta=0,61$ segons càlculs del treball *Estudi del metabolisme energètic i de recursos de l'Aviari del Zoo de Barcelona. Mesures cap a la sostenibilitat*, on s'utilitza el mateix captador.

¹⁹ Segons el treball *Estudi del metabolisme energètic i de recursos de l'Aviari del Zoo de Barcelona. Mesures cap a la sostenibilitat*.

Doncs, de la implementació de l'escenari tèrmic a l'Aviari en resultaria un **nivell d'autosuficiència d'aproximadament el 81%**.

6.2.2.2. Implantació d'energia tèrmica en la coberta del Terrari

Considerant el mateix model de panell tèrmic, per tant $E = 2.587,83 \frac{kWh}{placa \cdot any}$, i sabent que la superfície potencial del Terrari és d'uns $426,2 m^2$, es calcula a continuació la superfície mínima entre panells:

$$d_m = 2,39 \cdot 2,079m = 4,96m$$

Per tant, si multipliquem aquest valor per l'amplitud de la placa, s'obtindrà la superfície mínima que hi ha d'haver entre placa i placa. Doncs:

$$S_m = 4,968m \cdot 1,24m = 6,16m^2$$

A partir d'aquí, es calcula quantes plaques s'hi poden instal·lar (N), tenint en compte l'àrea que ocupa cadascuna d'elles més la superfície mínima de separació:

$$N = \frac{426,2m^2}{2,11m^2 + 6,16m^2} = 51 \text{ plaques}$$

Un cop determinat el nombre de plaques òptim que s'hi poden instal·lar, es pot calcular el total d'energia proporcionada pel sistema Terrari:

$$2.587,83 \frac{kWh}{placa \cdot any} \cdot 51 \text{ plaques} = 131.979,63 \frac{kWh}{any}$$

Així doncs, l'aplicació de les **51 plaques** a la coberta del Terrari suposaria una **generació energètica de $131.979,63 \frac{kWh}{any}$** .

- **Càlcul del grau d'autosuficiència solar tèrmica del Terrari**

Un cop determinat el total d'energia que es generaria en aquest cas i considerant un consum anual mitjà de $589.000 kWh^{20}$, se'n pot extreure el nivell d'autosuficiència:

$$\frac{131979,636 kWh}{589000 kWh} \cdot 100 = 22,4\%$$

Per tant, de l'aplicació de l'escenari solar tèrmic al Terrari en deriva un **nivell d'autosuficiència del 22,4%**.

²⁰ Segons el treball *Metabolismo de los vectores ambientales del Terrario del parque Zoológico de Barcelona*.

6.2.2.3. Grau d'autosuficiència total de l'escenari solar tèrmic

En aquest apartat, es mostra el grau d'autosuficiència a nivell de tot el Zoo que aportaria l'aplicació de l'escenari solar tèrmic a ambdós edificis.

$$230.317,4 \frac{kWh}{any} + 131.979,63 \frac{kWh}{any} = 362.297,04 \frac{kWh}{any}$$

Del sumatori de les energies generades pels captadors solars en els dos edificis en resulta una **energia total de 362.297,04 $\frac{kWh}{any}$** , que, comparant-la amb el consum total del Zoo²¹, en deriva el nivell d'autosuficiència total.

En aquest cas, però, primer cal passar el consum de gas total, 152.031 m³, a unitats que ens permetin comparar els dos valors:

$$152.031 m^3 \cdot 11,7 \frac{kWh}{m^3} = 1.778.762,7 \frac{kWh}{any}$$

Doncs, el **consum de gas total del Zoo és de 1.778.762,7 $\frac{kWh}{any}$** . Un cop determinat aquest valor, es pot calcular el grau d'autosuficiència.

$$\frac{362.297,04 kWh}{1.778.762,7 kWh} \cdot 100 = 20,36\%$$

Per tant, l'aplicació de l'escenari energètic en els edificis de l'Aviari i el Terrari suposaria un **grau d'autosuficiència total del 20,36%**.

6.2.2.4. Reducció de l'impacte ambiental de l'escenari solar tèrmic en Kg de CO₂ equivalent

Un cop coneguda la quantitat d'energia generada per aquest escenari, es pot calcular quin seria el benefici ambiental que s'obtindria si s'apliqués.

En primer lloc, es calculen les emissions de CO₂ derivades del consum de gas totals del Zoo:

$$Emissió actual = \frac{0,484 Kg CO_2eq}{kWh} \cdot 1.778.762,7 kWh = 860.921,15 Kg CO_2$$

En segon lloc, es procedeix de la mateixa manera amb l'energia generada:

²¹ Consum de l'any 2015.

$$\text{Reducció emissió} = \frac{0,404 \text{ Kg } CO_2}{\text{kWh}} \cdot 362.297,04 \text{ kWh} = \mathbf{175.351,77 \text{ Kg } CO_2}$$

Obtinguts els dos valors, es calcula l'emissió total generada un cop aplicat aquest escenari:

$$\text{Emissió total} = 860.921,15 - 175.351,77 = \mathbf{685.569,38 \text{ Kg } CO_2}$$

$$\text{Reducció} = \frac{175.351,77}{860.921,15} \cdot 100 = \mathbf{20,36 \%}$$

Per tant, amb l'aplicació de l'escenari solar tèrmic **es reduirien en un 20,36% les emissions de CO₂ derivat** del consum de gas al Zoo.

6.2.3. Taules resum de l'escenari energètic

A mode de resum, s'han efectuat un seguit de taules que recullen els resultats obtinguts en els diferents apartats anteriors.

Taula 6.10: Taula resum d'autosuficiències de l'escenari energètic. Font: Elaboració pròpia.

	Aviari		Terrari		Total	
	Fotovoltaic	Tèrmic	Fotovoltaic	Tèrmic	Fotovoltaic	Tèrmic
kWh consumits	48.437,62	285.532,65	194.257	589.000	3.279.322	1.778.762,71
kWh generats	68.034,18	230.317,40	38.808,23	131.979,63	106.842,42	362.297,04
Autosuficiència (%)	140,45	80,66	19,97	22,42	3,25	20,36

En aquesta primera taula s'hi poden veure els nivells d'autosuficiència assolits en els diferents escenaris tant en el cas de l'Aviari com en el del Terrari i el del total del Zoo.

Taula 6.11: Taula resum de reducció d'emissions de CO₂ derivat. Font: Elaboració pròpia.

	Escenari Fotovoltaic	Escenari Tèrmic
Kg CO ₂ emesos	1.587.191,84	860.921,15
Kg CO ₂ reduïts	51.711,73	175.351,77
Reducció (%)	3,25	20,36

La Taula 6.11 mostra els nivells de reducció de Kg de CO₂ derivat en els diferents escenaris.

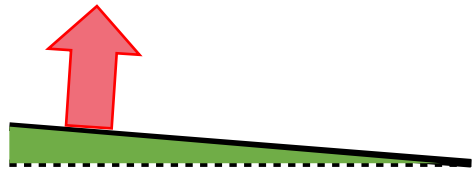
6.5. Estudi del potencial alimentari

En aquest primer apartat s'indiquen els factors que limiten l'aplicació d'aquest escenari, segons les característiques de les cobertes.

- **Material:** el material utilitzat per a construir els diferents tipus de cobertes és important i ha de ser resistent. Les cobertes lleugeres no poden sustentar més de 150 kg per m². Per això, fusta, fibrociment i coberta lleugera queden descartades per seguretat.

Fusta	Fibrociment	Metàl·lica/plàstic lleugera	Formigó	Metàl·lica pesada
-------	-------------	-----------------------------	---------	-------------------

- **Inclinació:** no és recomanable posar cultius en un angle de coberta de més de 3 graus. Per això, les cobertes de més d'aquesta mesura estaran descartats.



- **Forma:** Únicament seran viables les cobertes planes, ja que a les mixtes i inclinades no és recomanable instal·lar cultius.

Inclinada	Mixt	Plana
-----------	------	-------

- **Accessibilitat:** factor molt important ja que per a cultivar és necessari accedir amb facilitat al llarg del temps per als diferents tipus de treballs a fer, com serien el manteniment de les instal·lacions, el reg i la manipulació dels cultius aplicats. Per tant, es descarten les cobertes inaccessibles i les que tinguin un accés complicat.

Inaccessible	Complicat	Mitjà	Fàcil
--------------	-----------	-------	-------

Taula 6.12: Taula resum d'escenari alimentari. Font: elaboració pròpia.

ID	CODI ZOO	SUPERFICIE (m²)			Alçada (m)	Material	Inclinació (°)	Forma	Orientació	Accessibilitat	Ús actual	Viabilitat
	Nom	Total	Ocupada	Disponible								
1	Micos arborícoles	537	346	191	<10	Fusta i metàl·lica lleugera	16-30	Plana	-	Complicat	Cap	✗
2	Goril·la de costa	60	10	50	<10	Fibrociment	1-15	Mixt	un vessant N	Inaccessible	Entrada de llum	✗
3	Lèmur	36	0	36	<10	Formigó	0	Plana	-	Mitjà	Cap	✓
4	Terrari	974	272	702	10-15	Formigó	0	Plana	-	Mitjà	Ent. de llum, ACS i sort. calor res.	✓
5	Ós bru	48	0	48	<10	metàl·lica pesada	0	Plana	-	Fàcil	Cap	✓
5b	Ós bru (b)	147	0	147	<10	Fibrociment	1-15	Inclinada	dobles vessants SE	Mitjà	Cap	✗
6	Terra de dragons	101	0	101	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	0	Plana	-	Complicat	Cap	✗
6b	Terra de dragons (b)	144	0	144	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	0	Plana	-	Complicat	inst. solar tèrmica	✗
7	Pavelló dofins	798	20	778	10-15	Metàl·lica/plàstic lleugera	16-30	Inclinada	Un vessant SO	Inaccessible	Entrada de llum	✗
8	Dama del paraigua	565	0	565	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	1-15	Inclinada	Doble vessant O,E	Mitjà	Cap	✗
9	Sala d'exposicions	354	0	354	<10	Formigó	>30	Mixt	Un vessant SO	Mitjà	Cap	✗
10	Aviari	1095	155	940	10-15	Formigó	0	Plana	-	Fàcil	Entrada de llum	✓
11	Dep. educació	184	0	184	16-20	Formigó	0	Plana	-	Fàcil	Cap	✓
12	Pati Dep. educació	74	16	58	10-15	Formigó	0	Plana	-	Fàcil	Entrada de llum	✓
13	Botiga Ciutadella	211	0	211	<10	Metàl·lica pesada	0	Plana	-	Complicat	Cap	✗
13b	botiga Wellington	116	0	116	<10	Metàl·lica/plàstic lleugera	0	Plana	-	Complicat	Cap	✗
14	Ponis	191	0	191	<10	Fibrociment	1-15	Inclinada	un vessant S	Mitjà	Cap	✗
15	Sabana	440	0	440	<10	Fusta	0	Plana	-	Inaccessible	Cap	✗
16	Girafa	497	32	465	<10	Formigó	0	Plana	-	Inaccessible	Entrada de llum	✗
17	Veterinària	598	0	598	10-15	Metàl·lica/plàstic lleugera	1-15	Inclinada	dobles vessants N, S	Mitjà	Cap	✗
18	Administració	340	0	340	10-15	Formigó	16-30	Inclinada	dobles vessants SO,NE	Complicat	Cap	✗

Un cop aplicat el filtre amb els factors limitants explicats anteriorment, es seleccionen els edificis amb ID 3, 4, 5, 10, 11 i 12, les quals suposen gairebé el 30% de les cobertes; ja que són els més idonis per adaptar l'escenari alimentari i, posteriorment, es realitzarà el càlcul del potencial total.

Taula 6.13: Taula de la superfície total en metres quadrats totals. Font: elaboració pròpia.












CODI ZOO		SUPERFÍCIE (m²)	
ID	Nom	Disponible	Accessibilitat
3	Lèmur	36	Mitjà
4	Terrari	702	Mitjà
5	Ós bru	48	Fàcil
10	Aviari	940	Fàcil
11	Dep. Educació	184	Fàcil
12	Patí dep. educació	58	Fàcil
TOTAL		1.968	

La superfície disponible resultant dels edificis potencials és de **1.968 m²**, com s'observa a la Taula 6.13.

6.5.1. Estudi dels potencial d'hortalisses a conrear en les cobertes

Mitjançant l'estudi dels diferents calendaris de plantació i recol·lecció d'hortalisses i la taula del consum de vegetals del Zoo, s'ha elaborat la següent taula, on s'analitzen la plantació i recol·lecció dels cultius potencials.

Taula 6.14: Taula calendari d'hortalisses potencials per a cultivar en el Zoo, en groc el període de plantació i verd de recol·lecció. Font: elaboració pròpia mitjançant diverses fonts d'Internet.

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Api 												
Bròquil 												
Cogombre 												
Col hivern 												
Col-i-flor 												
Enciam 												
Endívia 												
Escarola 												
Espinac 												
Maduixot 												
Porro 												

6.5.2. Selecció dels productes hortícoles més consumits del Zoo

Un cop elaborat el calendari de la Taula 6.14, estudiem el cultiu consumit pels animals del Zoo, amb més **de 10 tones**, corresponent al cultiu més viable per a aquest escenari.

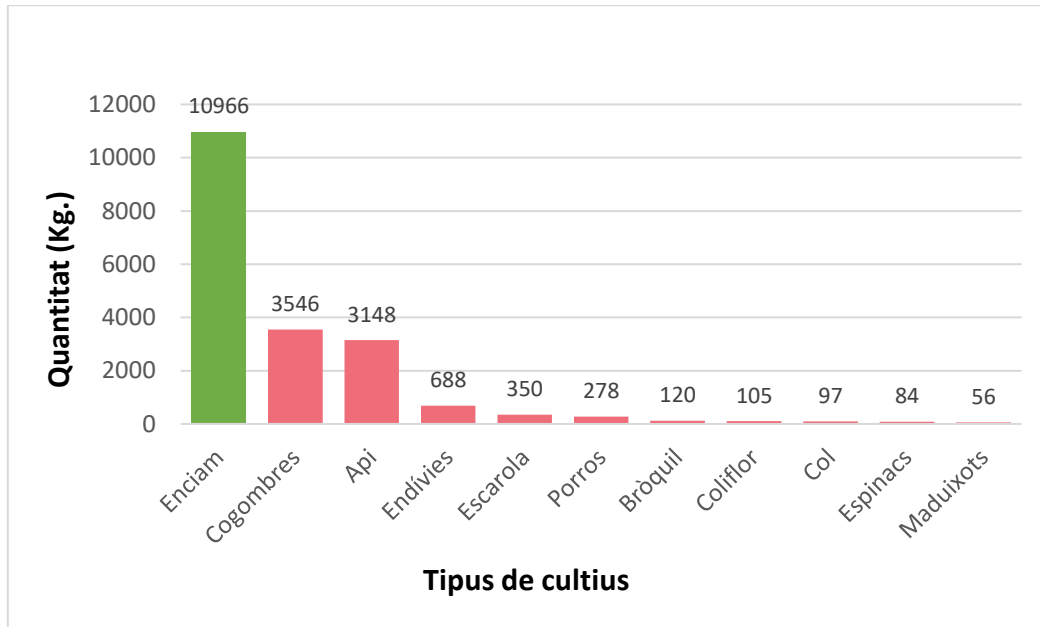


Figura 6.8: gràfica dels consums d'hortalisses del Zoo. En verd, l'enciam, el de més quantitat i el més viable. Font: elaboració pròpia en base a les dades de l'administració del Zoo.

A l'anàlisi de la gràfica de la Figura 6.8 de quantitat per quilos, s'observa que l'enciam és l'hortalissa més consumida pels animals del Zoo. La direcció del Zoo justifica aquest consum afirmant que en consumeixen tots els animals: ocells, rèptils, primats, hipopòtams, elefants, etc. Com es pot veure a la Taula 6.14, és l'hortalissa que creix en situacions més extremes i amb un manteniment i control mínims.

6.5.3. Característiques del conreu de l'enciam hidropònic

Mitjançant l'estudi d'hortalisses es tria l'enciam degut a la seva facilitat de cultiu i que pot créixer a qualsevol època de l'any amb el manteniment adequat.



Figura 6.9: Foto d'enciam.

L'enciam (*Lactuca sativa*) és una planta herbàcia anual de la família de les compostes com el gira-sol o la carxofa. Sovint es conrea com una verdura de fulla, però també per la seva tija i les llavors. L'enciam va ser conreat per primera vegada pels antics egipcis, que passaren d'utilitzar les llavors del que era una mala herba per a fer oli, a conrear-la per les seves fulles.

Generalment creix en **condicions adverses**, tot i que requereix temperatures relativament baixes per evitar que la floració vagi massa ràpida. A més, l'enciam pot patir plagues d'insectes, i malalties fúngiques i bacterianes i es poden fer híbrids amb altres espècies del gènere *Lactuca* fàcilment.

6.5.3.1. Cultiu hidropònic de l'enciam

Taula 6.15: Principal avantatges del cultiu hidropònic. Font: elaboració pròpia.

Perquè cultiu hidropònic?	Proveeix a les arrels en tot moment d'un nivell d'humitat constant, independent del clima o de l'etapa de creixement del cultiu.
	Redueix el risc per excessos d'irrigació.
	Evita la despesa inútil d'aigua i fertilitzants.
	Assegura la irrigació en tota l'àrea radicular.
	Redueix considerablement els problemes de malalties produïdes per patògens del sòl.
	Augmenta els rendiments i millora la qualitat de producció.

L'enciam funciona millor en sistemes tipus NFT en tubs de PVC de 2 polzades de diàmetre, encara que clarament s'utilitzen sistemes comercials de bassa amb un gran èxit.

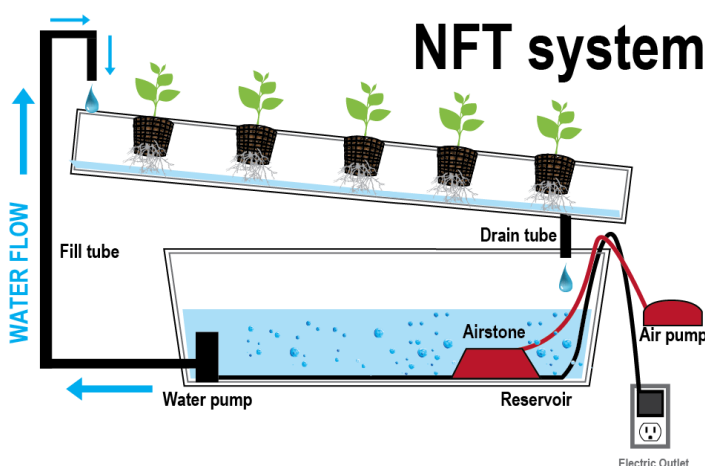


Figura 6.10: Exemples de sistema NFT on creix molt bé l'enciam. Font: San Diego Hydro.

El pH ideal per al creixement de l'enciam està entre 5.5 i 6 i la conductivitat elèctrica ideal de la solució nutritiva ha d'estar entre els 1 i 2.3 mS/cm². En cas

que hi hagi dies amb temperatures per sobre dels 27 °C, la conductivitat elèctrica ha de baixar a nivells propers a 1 mS/cm².

Com a mitjà hidròpònic per l'enciam, es recomana un sistema que tingui grava com a suport i estigui constantment ple de solució nutritiva. Tant sistemes NTF com a sistemes EBB & flow poden tenir èxit amb aquesta planta.

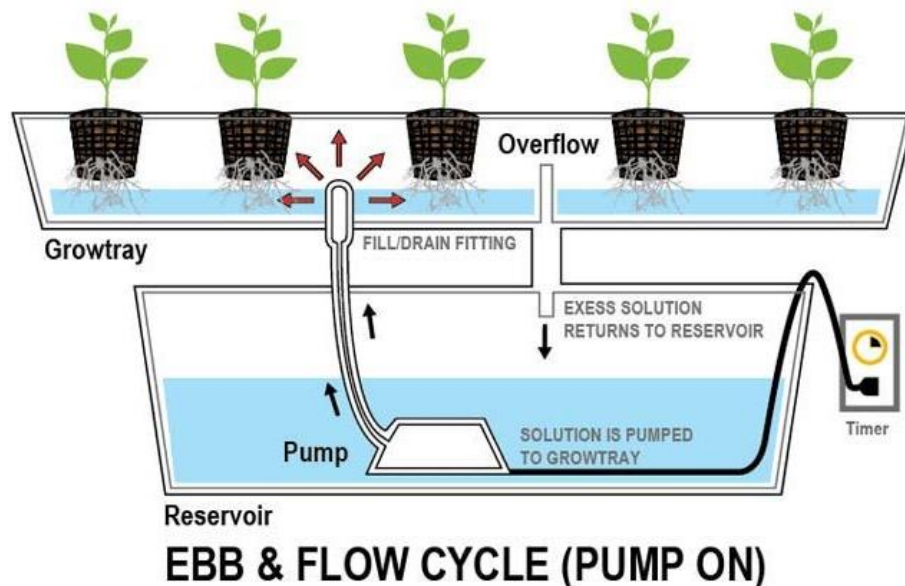


Figura 6.11: Exemples de sistema EBB & Flow on pot créixer l'enciam Font: EBB & flow hydroponics system.

6.5.3.2. Exposició al Sol

L'enciam es desenvolupa millor en els climes humits i frescos. Per la qual cosa a la primavera, a la tardor i els hiverns càlids es pot deixar a ple sol. Però a l'estiu es recomana deixar en un lloc a l'ombra, ja que sinó la planta es desenvoluparia en excés, donant flors i llavors i sent inservible. Per altra banda, l'enciam **no té problemes per créixer en llocs ombrívols**.

6.5.3.3. Cultiu de l'enciam

L'enciam té preferència pels climes freds, per sobre de 0 °C, ja que la planta no és resistent a les gelades. També cal tenir en compte que la planta passa ràpidament a la seva fase de floració per sobre dels 29 °C, la qual cosa fa la planta amarga al gust i pràcticament no apta per al consum. El clima ideal per a cultiu es troba entre els 15 i 24 °C. El temps que generalment pren una collita està entre els 30 i 45 dies, tot i que clarament pot ser reduït fins a 25 dies si hi ha les condicions de llum i nutrients adequades.

6.5.3.4. La germinació de l'enciam

L'enciam pot ser germinada en escuma de poliuretà, de la mateixa manera que el tomàquet i el cogombre. No obstant això, les llavors d'enciam acostumen a tenir una viabilitat molt baixeta per la qual cosa cal fer un assaig de germinació amb unes poques llavors abans d'intentar germinar-les en gran quantitat. Si es conserven les llavors a la nevera, poden ser viables fins 6 mesos després.

Una recomanació per incrementar la germinació és col·locar prèviament les llavors 2 hores en una solució nutritiva de conductivitat elèctrica igual a 0.5 mS/cm². Després d'això les llavors es col·loquen en aigua a 4 °C i s'espera la seva germinació. Un cop les llavors hagin germinat han de ser ràpidament col·locades a temperatures entre els 15 i 18 °C. Després de la germinació i fins al trasplantament, s'utilitza una solució de conductivitat 1.5 mS/cm².

6.5.3.5. Recol·lecció de l'enciam hidropònic

Els enciams **no s'han d'emmagatzemar**, es recol·lecten directe de l'hort o dels testos en el moment que es vulguin consumir.

Els enciams es poden recollir des de que són molt petits fins que arriben a la seva mida final, ja que durant tota aquesta etapa són molt nutritives. El que sí cal anar amb compte que aquestes no sobremaurin, ja que es poden posar massa amargues.

6.5.3.6. Cicle del conreu de l'enciam

En la següent Taula 6.16 s'observa els mesos per a la plantació, cultiu i recol·lecció per enciam (PCR). En l'època amb més calor com ara l'estiu l'època de cultiu disminueix en temps, ja que a l'incrementar la temperatura i la radiació solar poden fer millor la fotosíntesi.

Taula 6.16: Exemple de calendari separats en quinzenes per a cultivar enciams. Font: elaboració pròpia.

Producte	Mes Gener		Mes Febrer		Mes Març		Mes Abril		Mes Maig		Mes Juny		Mes Juliol		Mes Agost		Mes Setem.		Mes Octub.		Mes Novem.		Mes Desem.	
Enciam	P	C	C	C	C	R	P	C	C	R	P	C	P	C	R	P	C	R	P	C	C	C	C	R
P: Plantació C: Cultiu R: Recol·lecció																								

Amb ajuda de l'anterior taula observem que el **cicle PCR es repeteix al llarg de l'any uns 5 cops**.



Figura 6.12: Cicle que es repeteix cinc cops al llarg de tot l'any. Font: elaboració pròpia.

6.5.3.7. Requeriments de l'etapa de conreu

- Es recomana no sembrar tot l'enciam d'una sola vegada, sinó anar desfasant la sembra. Això permet tenir collites durant més temps i ajuda a la gestió i control de la producció, per tal de no perdre enciams perquè madurin massa i/o les fulles agafin amargor i perdin les seves propietats nutritives organolèptiques.
- Es recomana lligar els enciams una o dues setmanes abans de collir. Això farà que estiguin més blanques per dins i al mateix temps a que no entri aigua a l'enciam, degut a que n'augmenta el risc a què es podreixi.

Taula 6.17: Taula resum de les característiques més importants per plantar enciams. Font: elaboració pròpia.

Mitjà	Escuma de poliuretà
En quant de temps es recull des de plantat?	Si es té cura, tot l'any
Profunditat mínima	10 cm
Distància entre una planta i una altra a l'hort	25 cm
Distància entre línies de plantació a l'hort	30 cm
pH sol	5,5 – 6
Temperatura	1 °C - 29 °C
Des de plantació fins a recol·lecció	1,5 mesos - 3 mesos
Duració recol·lecció	15 dies
Producció (m²/sembra)	6 a 10 quilos

Un cop conegudes totes aquestes dades, per fer el càlcul pràctic del grau d'autosuficiència d'enciams s'agafarà **un cicle de 2 mesos** i s'ha escollit la producció més conservadora de **6 quilos per m²**, que seran uns 20 enciams de 300 grams cadascun.

6.5.3.8. Consum d'aigua de l'enciam hidropònic

El cultiu hidropònic de l'enciam consumeix **300 ml per planta i dia**, en el seu màxim estat de desenvolupament. Llavors si en un m² hi ha 20 plantes:

$$\text{Consum d'aigua} = 20 \text{ plantes} \cdot \frac{0,3 \text{ L}}{\text{planta} \cdot \text{dia} \cdot \text{m}^2} = 6 \frac{\text{Litres}}{\text{dia} \cdot \text{m}^2}$$

Si s'agafa la Taula 6.16 del calendari de cultius, es pot observar que no tot l'any es cultiva, separat en quinzenes observem que hi ha **tretze quinzenes** on es **cultiva**:

$$\text{Dies on es consumeix aigua} = 13 \text{ quinzenes} \cdot 15 \frac{\text{dies}}{\text{quinzena}} = 195 \text{ dies}$$

El consum d'aigua anual serà equivalent al consum de 195 dies, ja que són els dies on es cultiva:

$$\text{Consum d'aigua anual} = 195 \frac{\text{dies}}{\text{any}} \cdot 6 \frac{\text{Litres}}{\text{dia} \cdot \text{m}^2} = 1.170 \frac{\text{Litres}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}}$$

El consum d'aigua per m² i any serà d'una mica més d'un metre cúbic d'aigua.

6.5.3.9. Grau d'autosuficiència per a enciam hidropònic

Un cop recopilada tota la informació pel cultiu de l'enciam, es realitzarà el càlcul del grau d'autosuficiència de l'escenari alimentari.

Segons la Taula 6.13 la superfície potencial total per aquest escenari seria de **1.968 m²**.

Amb un cicle cada dos mesos i la producció de 6 quilos per m² amb cinc cicles cada any.

$$\text{Producció de quilos d'enciams} = 6 \frac{\text{quilos}}{\text{m}^2 \cdot \text{cicle}} \cdot 5 \frac{\text{cicles}}{\text{any}} = 30 \frac{\text{quilos}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}}$$

S'obtidrien 30 quilos d'enciam per m² i any. Aleshores, el total d'enciams obtinguts seria de:

$$\text{Producció total en un any} = 30 \frac{\text{quilos}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}} \cdot 1968 \text{ m}^2 = 59.040 \frac{\text{quilos}}{\text{any}}$$

La producció total seria de 59 tones l'any, un valor **cinc cop més elevat** que el consum d'enciams del Zoo.

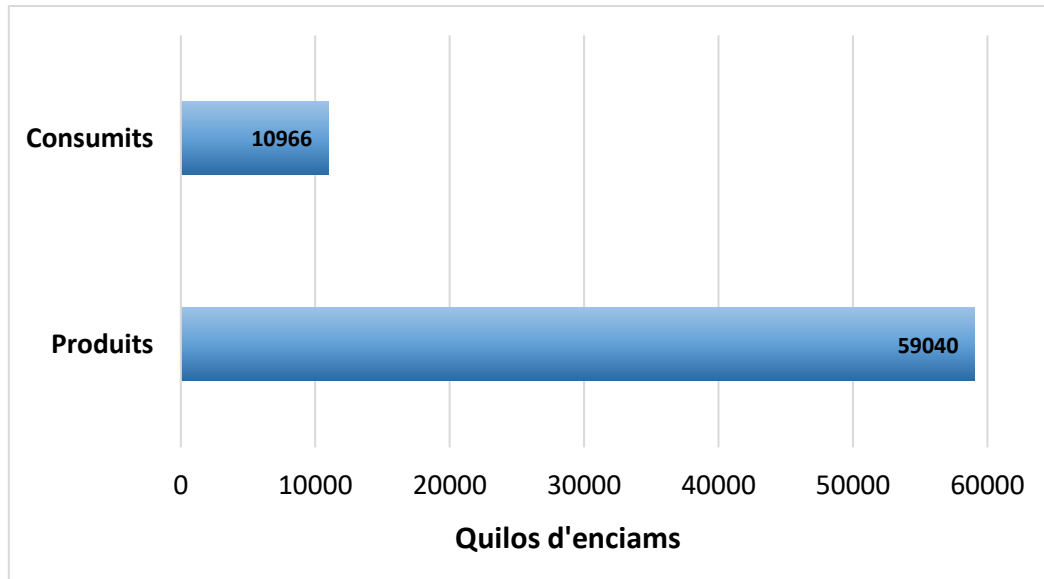


Figura 6.13: Diagrames de barres d'enciams consumits Vs. enciams produïts. Font: elaboració pròpia.

El consum **d'aigua per a aquesta producció** serà de:

$$\text{Consum total d'aigua}_{\text{litres}} = 1170 \frac{\text{Litres}}{\text{m}^2 \text{ any}} \cdot 1968 \text{ m}^2 = 2.302.560 \frac{\text{Litres}}{\text{any}}$$

Passat a m³:

$$\text{Consum total d'aigua}_{\text{m}^3} = 2.302.560 \frac{\text{Litres}}{\text{any}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Litres}} = 2.303 \frac{\text{m}^3}{\text{any}}$$

6.5.4. Propietats cultiu col d'hivern

Originària de les regions de la Mediterrània i les regions litorals d'Europa occidental, la Col d'hivern és una planta bianual. En el primer any es forma només el fullatge i la col i durant el segon any es forma la tija floral i la llavor.

Taula 6.18: Taula resum de les característiques més importants per plantar col d'hivern. Font: elaboració pròpia.

Mitjà	Barreja 1:1 de perlita i vermiculita
En quant de temps es recull des de plantat?	Agost fins a Març
Profunditat mínima	15 cm
Distància entre una planta i una altra a l'hort	30 cm
Distància entre línies de plantació a l'hort	40 cm
pH sol	6,5 – 7
Temperatura	15 °C - 20 °C (si es major de 30 °C hi haurà baix rendiment)
Rec (l/día)	0,2-0,4 ml por planta
Des de plantació fins a recol·lecció	3 mesos
Duració recol·lecció	15 dies
Producció (m²/sembra)	6 quilos

6.5.4.1. Cicle del conreu de col d'hivern

En la següent Taula 6.19 s'observa els mesos per a la plantació, cultiu i recol·lecció de la col d'hivern. Aquesta col es caracteritza per no poder ser plantada els mesos de més radiació solar.

Taula 6.19: Exemple de calendari separats en quinzenes per a cultivar col d'hivern. Font: elaboració pròpia.

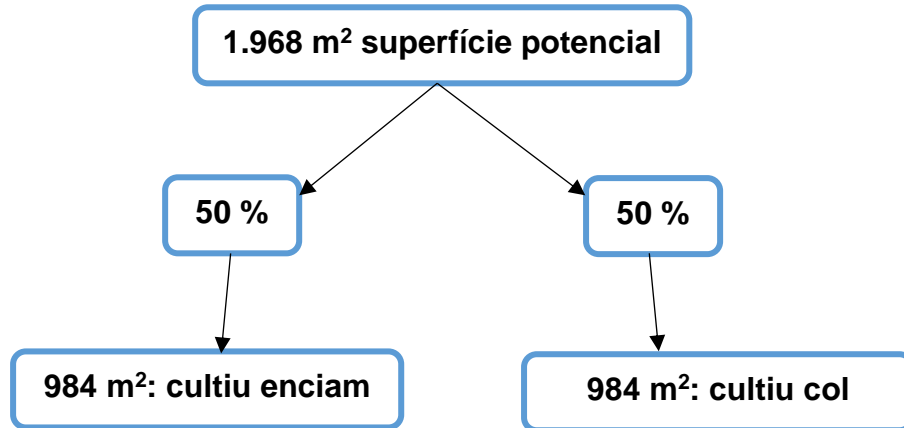
Producte	Mes Gener		Mes Febrer		Mes Març		Mes Abril		Mes Maig		Mes Juny		Mes Juliol		Mes Agost		Mes Setem.		Mes Octub.		Mes Nov.		Mes Des.	
Col hivern	P	C	C	C	C	R	D	D	D	D	D	D	D	D	P	C	C	C	R	P	C	C	C	R

P: Plantació C: Cultiu R: Recol·lecció D: Descans per baix rendiment

Amb ajuda de l'anterior taula, s'observa que el **cicle PCR es repeteix al llarg de l'any uns 3 cops.**

6.5.4.2. Cultiu combinat: enciam i col

Com per a l'enciam s'obtenen cinc cops el grau d'autosuficiència, es proposa fer un cultiu combinat d'enciam i col. Per a fer el següent cultiu, s'agafa tota la superfície potencial i es divideix per igual, 50 % enciam i 50 % col:



Per a aquesta superfície, la producció d'enciams serà de:

$$\text{Producció total en un any} = 30 \frac{\text{quilos}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}} \cdot 984 \text{ m}^2 = 29.520 \frac{\text{quilos}}{\text{any}}$$

I de col d'hivern serà de:

$$\text{Producció de quilos d'enciams} = 6 \frac{\text{quilos}}{\text{m}^2 \cdot \text{cicle}} \cdot 3 \frac{\text{cicles}}{\text{any}} = 18 \frac{\text{quilos}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}}$$

$$\text{Producció total en un any} = 18 \frac{\text{quilos}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}} \cdot 984 \text{ m}^2 = 17.712 \frac{\text{quilos}}{\text{any}}$$

Per a aquest escenari, la producció combinada de dues hortalisses donarà un grau d'autosuficiència per a aquestes.

Taula 6.20: Dades de quilos per any consumits i recol·lectats de les dues hortalisses estudiades. Font: elaboració pròpia.

		Enciam	Col
Quilos/any	Consumits	10.966	97
	Recol·lectats	29.520	17.712

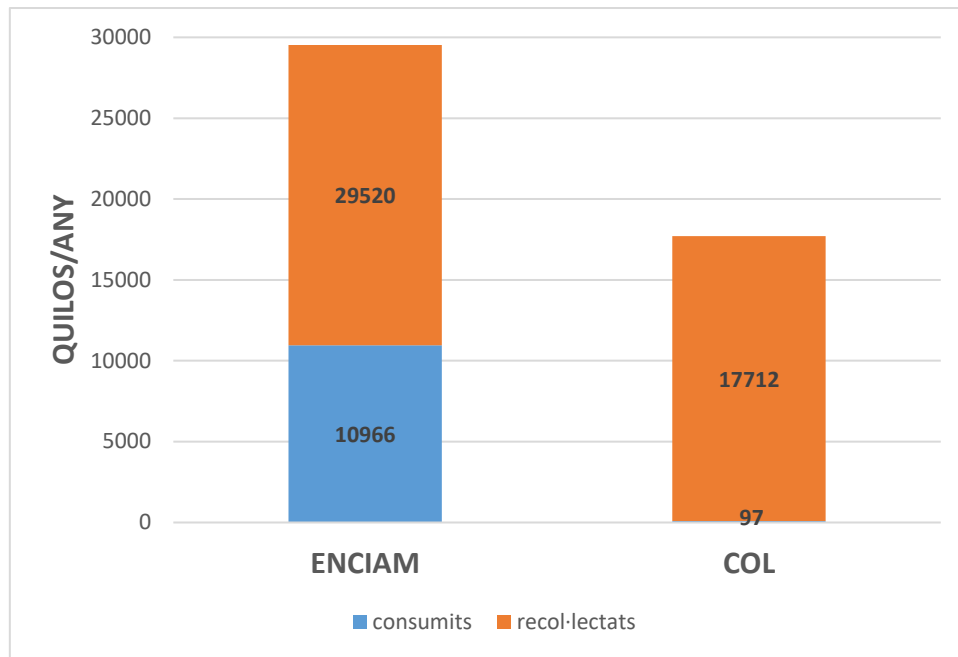


Figura 6.14: Gràfica de la Taula 6.20. Font: elaboració pròpia.

Calculant el grau d'autosuficiència d'enciam, aquest serà de:

$$\text{Grau d'autosuficiència d'enciam} = \frac{\text{quilos produïts}}{\text{quilos consumits}} = \frac{29.520 \text{ quilos}}{10.966 \text{ quilos}} \approx 2,69$$

El grau d'autosuficiència d'enciams amb el cultiu combinat amb les cols serà de **2,69 cops més alt que el consumit.**

Per al grau d'autosuficiència de col d'hivern serà de:

$$\text{Grau d'autosuficiència col hivern} = \frac{\text{quilos produïts}}{\text{quilos consumits}} = \frac{17.712 \text{ quilos}}{97 \text{ quilos}} \approx 183$$

El grau d'autosuficiència de la col d'hivern pel cultiu combinat amb els enciams serà de gairebé de **183 cops més alt que el consumit.**

6.5.5. Cas pràctic: l'Aviari

L'edifici amb més potencial és l'Aviari, amb un accés fàcil. La superfície és gran i per això pot ser de gran interès utilitzar-lo com a prova pilot per a l'ensenyament. Únicament s'haurà de tenir compte amb les claraboies, ja que poden ser fràgils.

Recuperant les dades de l'Aviari, la superfície potencial és de 940 m². Per aquest cas pràctic es calcula quin potencial pot donar aquest edifici amb l'aplicació del cultiu hidropònic d'enciams.

La quantitat d'enciams cultivats a l'Aviari, considerant la producció de 6 Kg/m², serà de:

$$\text{Producció total any}_{\text{AVIARI}} = 30 \frac{\text{quilos}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}} \cdot 940 \text{ m}^2 = 28.200 \frac{\text{quilos}}{\text{any}}$$

Aquest valor es gairebé tres vegades el que consumeix el Zoo.

Però com no es pretén una producció intensiva, sinó educacional, s'agafa el valor necessari per a assolir l'autosuficiència, obtenint així quants m² s'ocupen a la coberta:

$$Superfície\ educativa_{AVIARI} = \frac{10.966\ quilos}{30\ \frac{quilos}{m^2}} = 365\ m^2$$

Per a ser autosuficients en l'hortalissa d'enciam, es necessiten únicament **365 m²**, això seria perfecte per a què el terrat no estigui tant congestionat, facilitant la mobilitat tant per als alumnes que vinguin a veure la coberta educacional com els encarregats del manteniment.

La Figura 6.15 representa el pla de la superfície ocupada pel cultiu hidropònic de 365 m² a la coberta de l'Aviari, amb l'entrada dels estudiants i lloc de parada per a l'explicació del cultiu hidropònic.

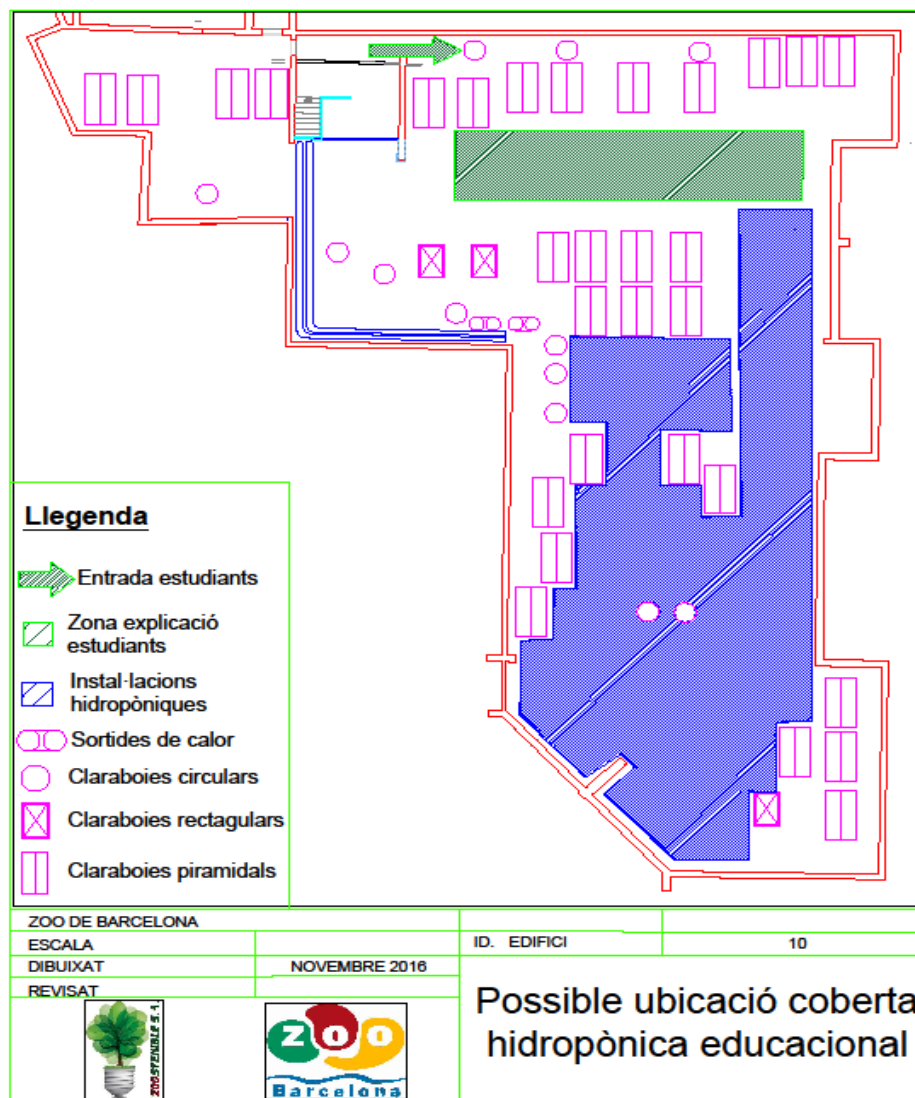


Figura 6.15: Disseny d'ubicació dels diferents elements per a coberta hidropònica educacional. Font: elaboració pròpia mitjançant AutoCAD.

6.5.6. Reducció de l'impacte ambiental de l'escenari alimentari en Kg de CO₂ derivat

Per a fer l'impacte ambiental de l'escenari alimentari, s'avalua les emissions de CO₂ equivalent per quantitat de producte transportat i quilòmetre.

El trajecte més curt de Mercabarna al Zoo de Barcelona es de 10,7 quilòmetres com es pot veure a la Figura 6.16.

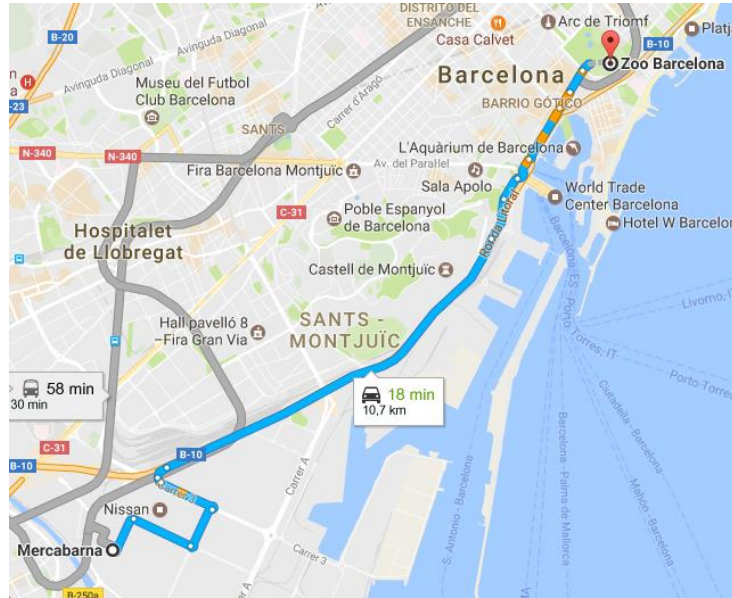


Figura 6.16: Quilòmetres des de Mercabarna fins al Zoo de Barcelona. Font: Google Maps.

Doncs, es procedeix al càlcul dels quilograms de CO₂ equivalents:

$$Emissió actual = \frac{0,525 \text{ Kg } CO_2 eq}{\text{tona} \cdot \text{km}} \cdot 10,7 \text{ km} \cdot 10,966 \text{ tones} = 61,6 \text{ Kg } CO_2 eq$$

6.6. Escenari mixt

S'ha destriat l'edifici de l'Aviari per a la implantació de l'escenari mixt degut a l'alt potencial per a les tres tipologies d'escenaris tractats anteriorment i les característiques de la coberta. Així doncs, es procedeix a l'estudi de l'aplicació dels tres escenaris conjuntament, creant així una coberta mosaic pròpiament dita.

6.6.1. Escenari hídric

Com ja s'ha calculat anteriorment, i tenint en compte que sigui quina sigui la coberta i les seves característiques s'aprofita un 100% de la superfície, la captació hídrica anual de l'Aviari és de 563 m³, obtenint així un **nivell d'autosuficiència del 93%**. De la mateixa manera, s'hi aplicaria un dipòsit de **21 m³**, calculat anteriorment també.

6.6.2. Escenari solar fotovoltaic

Dintre de l'escenari energètic, s'ha escollit el solar fotovoltaic degut a l'alt grau d'autosuficiència que en resulta de l'aplicació a l'Aviari. En aquest sentit, es calcula la superfície necessària per obtenir un nivell d'autosuficiència del 100%.

$$\frac{48437,6 \text{ kW} \cdot \text{h}}{479,11 \frac{\text{kW} \cdot \text{h}}{\text{placa}}} = 102 \text{ plaques}$$

Comparant el consum anual de l'edifici amb la generació anual per placa, se n'obté el nombre de plaques necessàries, un total de 102, per obtenir el **100% d'autosuficiència elèctrica**.

A continuació, es calcula quina és l'àrea ocupada, per conèixer la superfície disponible per a l'aplicació de l'escenari alimentari, sabent l'àrea que ocupa cada placa i considerant també la distància mínima entre plaques, ambdós valors calculats anteriorment.

$$102 \text{ plaques} \cdot (1,332\text{m}^2 + 3,87\text{m}^2) = 530,60\text{m}^2$$

6.6.3. Escenari alimentari

Un cop fet el grau d'autosuficiència per a l'escenari solar fotovoltaic, que en total ocupa una superfície de 530,60 m² per poder aplicar les 102 plaques solars, es calcula la superfície potencial disponible restant.

$$\text{Superfície potencial disponible} = 739,64\text{m}^2 - 530,6\text{m}^2 = 209,04 \text{ m}^2$$

S'obté una superfície potencial disponible de 209,04 m² per a l'escenari alimentari. Així doncs, es procedeix a calcular el grau d'autosuficiència d'enciams, ja que és l'hortalissa més consumida.

$$\text{Producció total en un any} = 30 \frac{\text{quilos}}{\text{m}^2 \times \text{any}} \times 209,04 \text{ m}^2 = 6.871,2 \frac{\text{quilos}}{\text{any}}$$

A continuació, es calcula el grau d'autosuficiència de la producció d'enciams, amb les 6.871 kg anuals que es produirien.

$$\text{Grau d'autosuficiència d'enciams} = \frac{6.871,2 \text{ quilos}}{10966 \text{ quilos}} \times 100 = 62,66 \%$$

6.7. Anàlisis DAFO

Amb un seguit d'anàlisis DAFO s'analitzen, de manera resumida, els punts forts i dèbils més remarcables de cada escenari contemplat, valorant així les possibilitats i/o inconvenients de l'aplicació dels sistemes.

6.7.1. Anàlisi DAFO captació hídrica

Taula 6.21: Anàlisis DAFO per a captació d'aigua. Font: Elaboració Pròpia.

	Punts febles	Punts forts
Actual	Debilitats <ul style="list-style-type: none"> - Elevat consum d'aigua - Pluviometria irregular - Absència d'infraestructures de captació hídrica - Instal·lacions de subministrament envellides - Fuites constants - Baix grau d'autosuficiència total assolida 	Fortaleses <ul style="list-style-type: none"> - Baix índex de factors limitants - Alt percentatge de cobertes aptes - Pluviometria considerable
Futur	Amenaces <ul style="list-style-type: none"> - Futur del Zoo incert²² - Encariment del subministrament d'aigua - Estancament de les instal·lacions - Consum del recurs hídric en augment - Manteniment constant de les instal·lacions - Possibilitat de fuites 	Oportunitats <ul style="list-style-type: none"> - Reducció de la demanda hídrica - Valor afegit dels edificis - Molts m² de superfície de cobertes no utilitzades - Graus d'autosuficiència considerables a nivell d'edificis independents - Disminució del CO₂ equivalent

²² Es deu al debat actual sobre l'existència i funció del parc, i la incertesa sobre quines estratègies s'aplicarà des de l'Administració, que poden modificar l'aplicació dels escenaris.

6.7.2. Anàlisi DAFO producció energètica

Taula 6.22: Anàlisi DAFO per a producció energètica. Font: Elaboració Pròpia.

	Punts febles	Punts forts
Actual	Debilitats <ul style="list-style-type: none"> - Elevat consum d'energia - Alt índex de factors limitants - Baix percentatge de cobertes aptes 	Fortaleses <ul style="list-style-type: none"> - Índex de radicació favorable - Bona orientació dels edificis potencials
Futur	Amenaces <ul style="list-style-type: none"> - Futur del Zoo incert - Inversió econòmica inicial elevada - Consum dels recursos en augment - Variabilitat meteorològica - Necessitat de bateries, costoses i de difícil manteniment 	Oportunitats <ul style="list-style-type: none"> - Grau d'autosuficiència d'energia fotovoltaica alt a edificis potencials - Grau d'autosuficiència d'energia tèrmica considerable a nivell global - Alta durabilitat dels equips de producció - Disminució del CO₂ equivalent

6.7.3. Anàlisi DAFO producció alimentària

Taula 6.23: Anàlisi DAFO per a producció alimentària. Font: Elaboració Pròpia.

	Punts febles	Punts forts
Actual	Debilitats <ul style="list-style-type: none"> - Difícil accés en algunes cobertes - Alt índex de factors limitants - Elevat consum d'aliments de cultiu no aplicable - Elevat consum d'aigua per a la neteja d'hortalisses 	Fortaleses <ul style="list-style-type: none"> - Alta eficàcia del cultiu hidropònic - Elevat consum d'hortalisses viables a cultivar
Futur	Amenaces <ul style="list-style-type: none"> - Futur del Zoo incert - Manteniment dels cultius dificultós - Necessitat de personal especialitzat en el manteniment i la producció 	Oportunitats <ul style="list-style-type: none"> - Valor afegit dels edificis - Augment d'atractiu per al visitant - Ingres econòmic amb la venda de l'excedent produït - Alta eficiència obtinguda - Disminució del consum d'aigua per a la neteja d'hortalisses - Disminució del CO₂ equivalent

6.7.4. Anàlisi DAFO escenari mixt





























Taula 6.24: Anàlisi DAFO per a escenari mixt. Font: Elaboració Pròpia.

	Punts febles	Punts forts
Actual	Debilitats <ul style="list-style-type: none"> - Una única coberta viable - No hi ha cabuda per a l'escenari solar tèrmic 	Fortaleses <ul style="list-style-type: none"> - Característiques bones de la coberta - Alta sinergia entre els diferents escenaris
Futur	Amenaces <ul style="list-style-type: none"> - Futur del Zoo incert - Possible dificultat per integrar els tres escenaris alhora - Manteniment complicat degut a la quantitat d'instal·lacions - Dificultat de moviment a la coberta degut a la densitat d'instal·lacions 	Oportunitats <ul style="list-style-type: none"> - Autosuficiència elèctrica de l'edifici - Alt nivell d'autosuficiència hídrica respecte el consum de l'edifici - Alt grau d'autosuficiència alimentària respecte el total del Zoo - Disminució del CO₂ equivalent - Projectes d'educació ambiental

6.7.5. Anàlisi creuada dels escenaris

A continuació, es realitza una anàlisi creuada en la qual s'analitzen qualitativament -positiu (verd), neutre (groc), negatiu (vermell)- un seguit de factors que relacionen els quatre escenaris i que permet comparar les qualitats que aporta cada un d'ells.

Taula 6.25: Taula d'anàlisi creuada. Font: Elaboració Pròpia.

	Escenaris			
	Hídric	Energètic	Alimentari	Mixt
Nombre de factors limitants				
Nombre de cobertes aptes				
Generació de recursos				
Graus d'autosuficiència				
Inversió inicial				
Manteniment de les instal·lacions				
Reducció d'emissions de CO ₂				

En el cas de l'escenari de captació hídrica, s'observa com, tot i l'elevat nombre de cobertes factibles, degut al baix nombre de factors limitants, la producció de recursos no permet assolir un nivell d'autosuficiència massa elevat, sent aquest gairebé menyspreable, degut a l'elevat consum hídric a tot el parc; no obstant, a nivell d'edifici aporta un grau d'autosuficiència considerable, i per aquest motiu se'l considera neutre. La inversió econòmica no suposa un cost massa elevat, però les instal·lacions són de complicat manteniment, degut al risc d'estancament.

L'escenari d'energies renovables comporta un alt índex de factors limitants, excloent totes les cobertes menys dues. La generació de recursos que aporta és suficientment considerable com per a qualificar-la de positiva. Tanmateix, els graus d'autosuficiència són relativament baixos a nivell de tot el Zoo, però en casos específics permeten assolir alts nivells d'autosuficiència al sistema. Tant la inversió com el manteniment de les instal·lacions es consideren costos elevats.

La producció d'aliments també comporta un nombre elevat de factors limitants, però existeixen gairebé un 30% de cobertes aptes i, per tant, es considera neutre. La generació de recursos aporta una sobreproducció de les hortalisses contemplades, assolint l'autosuficiència degut a la gran eficàcia del cultiu hidropònic. Tot i que la inversió inicial no és massa elevada, el manteniment dels cultius es considera difícil i per això es classifica com a negatiu.

Referent a l'escenari mixt, el factor limitant és assolir un nivell d'autosuficiència elevat pels tres escenaris aplicats conjuntament. Per aquest motiu, només la coberta de l'Aviari és apte. Doncs, tant la generació de recursos com l'autosuficiència es contemplen a nivell de l'edifici, excepte en el cas de la producció alimentària, que es considera a nivell de tot al parc degut a la seva elevada producció. En aquest cas, s'assoleix l'autosuficiència elèctrica i, quasi, la hídrica, i es considera, per tant, molt positiu. La presència dels tres escenaris implica una inversió inicial relativament elevada per tractar-se d'un edifici, però no tant important com per considerar-la negativa; i també un manteniment difícil i relativament costós degut a la quantitat d'infraestructures que s'hi implantarien.

En tots quatre escenaris, es dona una reducció, en major o menor grau, de les emissions de CO₂ equivalent, i per tant, es considera positiu.

07

Conclusions



7. CONCLUSIONS

7.1. Conclusions escenari hídric

- El consum d'aigua al Zoo, es situa aproximadament entre 350.000 m³ i 400.000 m³ anuals.
- Existeixen elevats consums hídrics degut a fuites d'aigua, sistemes de rec deficientes i neteja de les instal·lacions sense reutilitzar aigua.
- Les cobertes aptes per a la captació d'aigua de pluja representen 6.973 m², és a dir, un 5% de la superfície total del Zoo.
- Del total de cobertes del Zoo, només se'n descarta una, la de l'edifici de micos arborícoles, degut a la seva morfologia, ja que presenta escletxes impossibilitant la captació d'aigua.
- L'aigua recollida a les cobertes potencials representa entre el 0,6% i l'1% respecte els consums hídrics totals del Zoo.
- La captació d'aigües pluvials en el total de cobertes és irrellevant respecte els consums totals del Zoo, però en casos d'edificis concrets s'obtenen graus d'autosuficiència rellevants, com per exemple a l'Aviari i el Terrari, que s'assoleixen el 93% i el 15% d'autosuficiència, respectivament.
- La irregularitat de les precipitacions de la zona climàtica de l'àmbit d'estudi ha dificultat el càlcul del dimensionament dels dipòsits.
- En el cas de l'Aviari, el dimensionament del tanc, de 21 m³, ha resultat superior al dimensionament del dipòsit del Terrari, de 11 m³, degut en aquest darrer edifici el consum és 2,55 vegades superior.
- Degut a les dimensions del dipòsit de l'Aviari, l'opció més adient sembla ser la instal·lació d'un tanc soterrat.

7.2. Conclusions escenari energètic

- Un nombre molt reduït de cobertes del Zoo, només de l'Aviari i el Terrari, són aptes per a poder-hi aplicar l'escenari energètic, sobretot per la tipologia de material com a element limitant.
- Dins de les poques cobertes aptes, s'hi perd una part del potencial degut a la zona d'ombres de seguretat, ja que, en cas de que no es contemplés, podria afectar a l'eficiència de la instal·lació.
- El nivell d'autosuficiència de l'escenari fotovoltaic és suficientment important com per considerar-lo, assolint el 3,5%.
- L'aplicació de l'escenari fotovoltaic representa una disminució del 3,5% de les emissions de CO₂ derivat.
- L'aplicació de l'escenari fotovoltaic a l'Aviari permetria que aquest edifici funcionés totalment amb energia elèctrica renovable (140% d'autosuficiència).
- El consum de gas és molt superior a l'elèctric tant en el cas de l'Aviari, com en el del Terrari, ja que s'ha de mantenir una temperatura constant en ambdós edificis.

- L'escenari tèrmic aporta un major grau d'autosuficiència, del 81%; i més beneficis ambientals que el fotovoltaic, reduint en un 20,36% les emissions de CO₂ derivat.
- L'escenari fotovoltaic aporta un major grau d'autosuficiència a nivell d'edifici com a sistema independent.

7.3. Conclusions escenari alimentari

- Fer a les cobertes un escenari alimentari crearia un augment de valor afegit per al Zoo.
- Del total de cobertes del Zoo, s'exclouen aquelles que no estan composades per materials resistents, les inclinades i les d'accés complicat, deixant-ne sis com a potencials, és a dir, un 30% de les cobertes..
- El consum d'aigua és excessiu, ja que és necessari eliminar els pesticides que porten els cultius comprats i que poden afectar la salut dels animals.
- El cultiu d'enciams és el més idoni per a l'aplicació a les cobertes, ja que és un dels aliments més consumits i, alhora, aporta un major rendiment.
- El cultiu hidropònic és el millor mètode per estalviar aigua i el més eficient.
- El grau d'autosuficiència en enciams per a totes les cobertes és 5 cops més alt que el consum d'aquesta hortalissa al Zoo, per tant és molt viable la producció d'enciams mitjançant cultiu hidropònic.
- Es produiria un gran excedent d'enciams, els quals es poden vendre a tercers per a minimitzar costos d'instal·lacions i manteniment de l'escenari alimentari o altres usos.
- El cultiu combinat d'enciam i col d'hivern és força efectiu. Amb la combinació d'aquestes dues hortalisses se n'obté 2,69 vegades la quantitat d'enciams i 183 vegades la quantitat de col d'hivern consumides.
- La emissió de CO₂ derivat del transport d'enciams no és massa gran com per a agafar aquesta dada com important.

7.4. Conclusions escenari mixt

- Les característiques de la coberta de l'Aviari, tant per tipologia de material, forma, inclinació, superfície i accessibilitat, proporcionen les condicions idònies per a l'aplicació d'una coberta mosaic.
- La capacitat de captació hídrica de l'Aviari permet compensar gairebé el consum d'aigua de l'edifici.
- Es pot arribar al nivell complet d'autosuficiència de l'escenari energètic fotovoltaic amb una superfície ocupada per panells solars de 530,6 m².
- Amb la superfície restant de l'escenari energètic fotovoltaic, existeixen 209 m² per a aplicar-hi un zona de cultiu hidropònic d'enciams, assolint el 62,66 % del total consumit en el Zoo.

7.5. Conclusions metodològiques

- Falta d'informació referent a cobertes mosaic com a concepte, sobretot relatiu al marc jurídic.
- Han existit problemes al llarg de l'estudi per a determinar el processos metodològics definitius.
- No ha estat possible efectuar entrevistes amb actors professionals relacionats amb la temàtica de l'estudi.
- No s'ha tingut en compte el factor social ja que es considera que no afecta al desenvolupament del projecte
- El projecte podria servir per a crear unes bases per a un protocol d'aplicació de cobertes mosaic.

08

Propostes de millora



8. PROPOSTES DE MILLORA

A continuació, es proposen un seguit de línies estratègiques a aplicar per a

Línia estratègica	Programa	Acció
1. Millora en la gestió dels recursos hídrics	1.1 Captació d'aigües	1.1.1 Instal·lació d'infraestructures per a la captació d'aigües pluvials en les cobertes
		1.1.2 Instal·lació de dipòsits de captació hídrica
		1.1.3 Estudi de la viabilitat de la captació de l'aigua de les zones asfaltades
	1.2 Reaprofitament de recursos	1.2.1 Estudi de sistemes de potabilització i regeneració de l'aigua
2 Millora de l'autosuficiència energètica	2.1 Producció d'energies renovables	2.1.1 Instal·lació de plaques solars fotovoltaïques
		2.1.2 Instal·lació de plaques solars tèrmiques
		2.1.3 Estudi de l'aplicació de panells solars a les cobertes inclinades
	2.2 Millora de les cobertes	2.2.1 Renovació de les cobertes i aïllament tèrmic
3. Millora de l'autosuficiència alimentària	3.1 Producció d'aliments	3.1.1 Conreu d'enciam hidropònic a les superfícies potencials
		3.1.2 Conreu combinat per a dos graus d'autosuficiència
		3.1.3 Implantació d'arbres fruiters
		3.1.4 Aprofitament de la calor residual de les cobertes
		3.1.5 Estudi d'implantació del cultiu d'altres hortalisses
	3.2 Reducció de costos derivats	3.2.1 Venta a distribuïdors de l'excedent d'hortalisses de producció combinada
4. Augment de cobertes verdes	4.1 Aplicació d'altres tipologies de cobertes	4.1.1 Implantació de cobertes naturalitzades
		4.1.2 Estudi de l'aplicació de murs verds
5.Educació ambiental	5.1 Coberta educativa	5.1.1 Creació de la coberta mosaic a l'Aviari
	5.2 Divulgació i conscienciació	5.1.2 Creació d'un apartat al web sobre el projecte i els seus beneficis

Fitxa	1.1.1	
Línia estratègica	Millora en la gestió dels recursos hídrics	
Programa	Captació d'aigües pluvials	
Acció	Instal·lació de sistemes de captació d'aigües pluvials	
Objectiu	Reducció de la demanda hídrica	
Descripció	Instal·lació de sistemes de captació hídrica als edificis amb potencial hídric	
Temàtica	Recursos hídrics	
Tipologia	Instal·lació d'infraestructures	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Alta	Curt	1 any
Agents implicats	Administració del Zoo, constructors i personal de manteniment	
Cost econòmic	Fonts de finançament Inversió de l'administració del Zoo, amb un PRI (Període de Retorn de la Inversió) curt.	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none"> Ambientals (reducció de la demanda hídrica) Econòmics (estalvi econòmic en la factura de l'aigua) 	
Indicadors de seguiment	Reducció de m ³ d'aigua consumits, estalvi econòmic	

Fitxa	1.1.2
Línia estratègica	Millora en la gestió dels recursos hídrics
Programa	Tractament de les aigües de captació i regeneració
Acció	Construcció de dipòsits per aigües pluvials
Objectiu	Reducció de la demanda d'aigua/ aprofitament de l'aigua pluvial.

Descripció Construcció de dipòsits prefabricats de formigó, soterrats o en superfície.

Temàtica Recursos hídrics

Tipologia Instal·lació d'infraestructures

Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Alta	Curt	1 any
Agents implicats	Administració del Zoo, constructors i personal de manteniment	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
	Administració del Zoo	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals (reducció de la demanda hídrica) • Econòmics (reducció de la factura d'aigua) 	
Indicadors de seguiment	m ³ d'aigua emmagatzemada	

Fitxa	1.1.3	
Línia estratègica	Millora en la gestió dels recursos hídrics	
Programa	Millora en la gestió de les aigües pluvials	
Acció	Estudi de la viabilitat de la captació de l'aigua de les zones asfaltades	
Objectiu	Reducció de la demanda d'aigua/ aprofitament de l'aigua pluvial.	
Descripció	Estudi de la gestió i els punts de recollida d'aigües pluvials captades en les zones asfaltades	
Temàtica	Recursos hídrics	
Tipologia	Estudi de viabilitat	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Alta	Mitjà	1-2 anys
Agents implicats	Administració del Zoo, arquitecte i empreses instal·ladores	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
Desconegut	Administració del Zoo	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals (reducció de la demanda hídrica) • Econòmics (reducció de l'import en la factura d'aigua) 	
Indicadors de seguiment	Control de lectures comptadors, i sistemes de monitoratge en la recollida de les aigües.	

Fitxa	1.2.1	
Línia estratègica	Millora en la gestió dels recursos hídrics	
Programa	Tractament de les aigües de captació i regeneració	
Acció	Instal·lació de sistemes de regeneració i potabilització	
Objectiu	Reducció de la demanda d'aigua/ aprofitament de l'aigua pluvial.	
Descripció	Instal·lació de sistemes de regeneració i potabilització als edificis amb un major potencial per la captació d'aigües de pluja.	
Temàtica	Recursos hídrics	
Tipologia	Instal·lació d'equips	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Alta	Curt termini (<1any)	6 mesos
Agents implicats	Administració del Zoo, constructores i personal de manteniment	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
	Administració del Zoo	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals (reducció de la demanda hídrica) • Econòmics (reducció de la factura d'aigua) • Socials (valor paisatgístic i estètic) 	
Indicadors de seguiment	Professionals del sector	

Fitxa	2.1.1	
Línia estratègica	Millora de l'autosuficiència energètica	
Programa	Producció d'energies renovables	
Acció	Instal·lació de plaques fotovoltaïques	
Objectiu	Reducció del consum elèctric i millora de l'autosuficiència energètica	
Descripció	Instal·lació de plaques solars fotovoltaïques a les cobertes dels edificis Terrari i Aviari	
Temàtica	Recursos energètics renovables	
Tipologia	Instal·lació d'infraestructures	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Alta	Curt	1 any
Agents implicats	Administració del Zoo, empreses distribuïdores i personal de manteniment	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
83.930,51€	Administració del Zoo, subvencions	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none"> Ambientals (reducció de l'emissió de CO₂ derivat) Econòmics (reducció de 16.026,36€ anuals) 	
Indicadors de seguiment	kWh produïts al mes, % d'estalvi econòmic	

Preu placa solar fotovoltaica = 376,37€²³

Preu total 376,37 · 223 = 83.930,51€

Preu kWh = 0,15€²⁴

Estalvi econòmic = 0,15 · 10.6842,42 = 16.026,36€

²³ Preu extret d'un document de la pròpia marca.

²⁴ Mitjana diària extreta de <http://tarifaluzhora.es/>

Fitxa	2.1.2
Línia estratègica	Millora de l'autosuficiència energètica
Programa	Producció d'energies renovables
Acció	Instal·lació de plaques solars tèrmiques
Objectiu	Reducció del consum de gas natural i millora de l' autosuficiència energètica

Descripció Instal·lació de plaques solars tèrmiques a les cobertes dels edificis Terrari i Aviari

Temàtica Recursos energètics renovables

Tipologia Instal·lació d'infraestructures

Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Alta	Curt	1 any
Agents implicats	Administració del Zoo, empreses distribuïdores i personal de manteniment	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
404.600€	Administració del Zoo, subvencions	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none"> Ambientals (reducció de l'emissió de CO₂ equivalent) Econòmics (reducció de 54.344,34€ anuals) 	
Indicadors de seguiment	m ³ de gas estalviats mensuals, acumulació d'ASC, estalvi econòmic	

Preu placa solar tèrmica: 2.890€²⁵
 Preu total: 2.890 x 140 = 404.600€
 Preu kWh = 0,15€
 Estalvi econòmic = 0,15 · 362297,4 = 54344,61€

²⁵ Extret del document http://web.sonnenkraft.com/GSS/MA/Pricelists/2010/Italia/100930-pl10_it-zusatz_skr500_100930.pdf de la pròpia empresa

Fitxa	2.1.3	
Línia estratègica	Millora de l'autosuficiència energètica	
Programa	Producció d'energies renovables	
Acció	Estudi de l'aplicació de panells solars a les cobertes inclinades	
Objectiu	Implantació de panells solars a altres cobertes i augment de l'autosuficiència energètica	
Descripció	Estendre la implantació de panells solars a altres cobertes no considerades en aquest projecte per a poder produir una major quantitat d'energia renovable i, consegüentment, augmentar el nivell d'autosuficiència energètica del Zoo	
Temàtica	Recursos energètics renovables	
Tipologia	Estudi de viabilitat	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Mitja	Curt	1 any
Agents implicats	Administració del Zoo, empreses distribuïdores, i personal de manteniment	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
Indeterminat	Administració del Zoo	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiental (millora de l'autosuficiència energètica) • Econòmic (reducció dels costos relacionats amb el consum) 	
Indicadors de seguiment	Professionals del sector	

Fitxa	2.2.1	
Línia estratègica	Millora de l'autosuficiència energètica	
Programa	Millora de les cobertes	
Acció	Renovació de les cobertes i aïllament tèrmic	
Objectiu	Reducció del consum i de les pèrdues de calor a les cobertes	
Descripció	Renovar les cobertes, en concret d'aquells edificis que necessitin un aïllament tèrmic, per a instal·lar-ne un de més eficient, o bé, per a adaptar-les i poder-hi aplicar alguna de les tipologies de coberta estudiades	
Temàtica	Recursos energètics renovables	
Tipologia	Projectes i obres	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
mitja	Llarg termini	3-4 anys
Agents implicats	Administració del Zoo, constructores i personal de manteniment	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
Indeterminat	Administració del Zoo	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals (reducció del consum, sobretot de gas) • Econòmics (reducció de la factura) 	
Indicadors de seguiment	Millora de l'estat de les cobertes, estalvi kWh mensuals	

Fitxa	3.1.1	
Línia estratègica	Millora de l'autosuficiència alimentària	
Programa	Producció d'aliments	
Acció	Conreu d'enciam hidropònic a les superfícies potencials	
Objectiu	Instal·lar cultius d'enciam hidropònic per augmentar l'autosuficiència alimentària	
Descripció	Instal·lació d'equips per al cultiu d'enciam hidropònic a les diferents cobertes	
Temàtica	Producció d'aliments	
Tipologia	Instal·lació d'infraestructures	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Alta	Curt	1 any
Agents implicats	Administració del Zoo, B:SM i empresa especialitzada	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
236.160 €	Administració del Zoo, subvencions	
Sinèrgies	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiental (reducció d'emissions derivades del transport) • Econòmic (reducció de costos referents a aliments) • Socials (creació de tendències d'autoproducció) 	
Indicadors de seguiment	Control d'inventari dels aliments del Zoo, kg de producció, reducció d'aliments comprats	

Costos instal·lació²⁶ = 120 €/m² x 1.968 m² = 236.160 €

²⁶ El costos d'instal·lacions estan extrets de <http://www.pisos.com/noticias/reportajes/5-formas-de-hacer-mas-sostenible-la-azotea/>.

Fitxa	3.1.2	
Línia estratègica	Millora de l'autosuficiència alimentària	
Programa	Producció d'aliments	
Acció	Conreu combinat per a dos graus d'autosuficiència	
Objectiu	Instal·lació de cultius hidropònics d'enciam i col d'hivern	
Descripció	Cultivar enciams i cols d'hivern en cultius hidropònics per a arribar a dos graus d'autosuficiència per a aquestes dues hortalisses i reduir els costos referents a aquests aliments	
Temàtica	Producció d'aliments	
Tipologia	Instal·lació d'infraestructures	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Mitja	Mitjà	1-2 anys
Agents implicats	Administració del Zoo, B:SM i empresa especialitzada	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
236.160 € ²⁷	Administració del Zoo, subvencions	
Sinèrgies	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiental (reducció d'emissions derivades del transport) • Econòmic (reducció de costos referents a aliments) • Socials (creació de tendències d'autoproducció) 	
Indicadors de seguiment	Control d'inventari dels aliments del Zoo, kg de producció, reducció d'aliments comprats	

²⁷ El càlcul del pressupost es el mateix que abans, ja que les instal·lacions són les mateixes.

Fitxa	3.1.3	
Línia estratègica	Millora de l'autosuficiència alimentària	
Programa	Producció d'aliments	
Acció	Implantació d'arbres fruiters	
Objectiu	Implantació d'arbres fruiters per a la producció de fruites	
Descripció	Substitució d'arbres ornamentals per arbres fruiters que permetin produir aliments per als animals del Zoo	
Temàtica	Producció d'aliments	
Tipologia	Projectes i obres	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Mig	Llarg	4-5 anys
Agents implicats	Administració del Zoo, Parcs i Jardins, B:SM i empreses especialitzades	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
60 €/arbre ²⁸	Administració del Zoo, subvencions	
Sinèrgies	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiental (reducció d'emissions derivades del transport) • Econòmic (reducció de costos referents a aliments) 	
Indicadors de seguiment	Control d'inventari dels aliments del Zoo, kg de producció	

²⁸ Es el cost econòmic de la substitució de l'arbre, on no s'inclou del cost de la mà d'obra i el manteniment (Planfor, 2017).

Fitxa	3.1.4	
Línia estratègica	Millora de l'autosuficiència alimentària	
Programa	Producció d'aliments	
Acció	Aprofitament de la calor residual de les cobertes	
Objectiu	Augmentar el rendiment de les instal·lacions de cultiu hidropònic	
Descripció	El calor residual, en l'agricultura, s'utilitza per modificar la temperatura del medi, amb la qual s'aconsegueix incrementar les collites i obtenir productes fora de temporada a l'interior d'hivernacles i altres cultius forçats. El cas que ens ocupa, consistiria en utilitzar les sortides i pèrdues de calor dels edificis amb cultiu a la coberta per aconseguir un major rendiment en el cultiu d'hortalissa hidropònica	
Temàtica	Producció d'aliments	
Tipologia	Projectes i obres	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Baixa	Mitjà	2-3 anys
Agents implicats	Administració del Zoo	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
Baix	Administració del Zoo	
Sinèrgies	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiental (reducció de recursos en el manteniment dels cultius) • Econòmic (reducció de recursos en el manteniment dels cultius i major producció) 	
Indicadors de seguiment	Control de la producció d'aliments abans i després de la mesura	

Fitxa	3.1.5	
Línia estratègica	Millora de l'autosuficiència alimentària	
Programa	Producció d'aliments	
Acció	Estudi d'implantació del cultiu d'altres hortalisses	
Objectiu	Arribar al grau d'autosuficiència de les màximes hortalisses consumides al Zoo	
Descripció	Arribant al grau d'autosuficiència d'enciams i cols, es recomana, amb els metres quadrats sobrants, fer un estudi d'autosuficiència per a altres tipus d'hortalisses consumides per als animals del Zoo	
Temàtica	Producció d'aliments	
Tipologia	Estudi de viabilitat	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Mig	Baix	1 any
Agents implicats	Administració del Zoo	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
Indeterminat	Administració del Zoo	
Sinèrgies	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiental (reducció d'emissions derivades del transport) • Econòmic (reducció de costos referents a aliments) 	
Indicadors de seguiment	Control d'inventari dels aliments del Zoo, kg de producció	

Fitxa	3.2.1
Línia estratègica	Millora de l'autosuficiència alimentària
Programa	Reducció de costos derivats
Acció	Venta a distribuïdors de l'excedent d'hortalisses de producció combinada
Objectiu	Finançar els cultius hidropònics

Descripció Vendre a un distribuïdor d'hortalisses l'excedent produït en els cultius hidropònics per a reduir els costos derivats de l'aplicació d'aquest

Temàtica Generació d'ingressos econòmics

Tipologia Projectes

Prioritat Mig	Termini d'implantació Baixa (3 mesos)	Període d'execució 3 mesos
Agents implicats	Administració del Zoo i empreses interessades	
Cost econòmic Superàvit	Fonts de finançament -	
Sinèrgies	<ul style="list-style-type: none"> Econòmic (generació d'ingressos econòmics) 	
Indicadors de seguiment	Beneficis econòmics	

Fitxa		4.1.1
Línia estratègica	Augment de cobertes verdes	
Programa	Aplicació d'altres tipologies de cobertes	
Acció	Implantació de cobertes naturalitzades	
Objectiu	Augmentar la biodiversitat de l'àrea, reduir l'efecte illa de calor i millora de l'aïllament de l'edifici.	
Descripció	Aplicació de cobertes verdes naturalitzades per a naturalitzar l'entorn i convertir-lo en un atractiu per al biodiversitat, a més de suposar un aïllant tèrmic i reduir l'efecte illa de calor present a la ciutat	
Temàtica	Millora ambiental	
Tipologia	Projectes i obres	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Baixa	Mitjà	2-3 anys
Agents implicats	Administració del Zoo i personal de manteniment	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
80 €/m ² ²⁹	Administració del Zoo, subvencions	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none">Ambiental (filtració i retenció de contaminants, emmagatzematge d'aigua, reducció de l'efecte illa de calor, augment de la biodiversitat)Econòmic (reducció de costos referents a recursos energètics ja que actua com a aïllant; i manteniment de la capa impermeabilitzant de l'edifici, la qual queda protegida)Social (atractiu visual)	
Indicadors de seguiment	Augment de cobertes verdes	

²⁹Preu extret de <http://www.generadordeprecios.info>.

Fitxa		4.1.2
Línia estratègica	Augment de cobertes verdes	
Programa	Aplicació d'altres tipologies de cobertes	
Acció	Estudi de l'aplicació de murs verds	
Objectiu	Descobrir si és viable l'aplicació de murs de verds	
Descripció	Un mur verd és una coberta vegetal vertical que funciona com a aïllant de l'edifici i que aporta un seguit de beneficis ambientals. La proposta consisteix en realitzar un estudi per conèixer si és viable l'aplicació de murs vegetals i sobre quins edificis o cobertes.	
Temàtica	Millora ambiental	
Tipologia	Estudi de viabilitat	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Baixa	Llarg	4-5 anys
Agents implicats	Administració del Zoo, personal de manteniment i empreses especialitzades	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
200-400 €/m ² 30	Administració del Zoo, subvencions	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none">Ambiental (reducció de l'efecte illa de calor)Econòmic (reducció de costos referents a recursos energètics ja que actua com a aïllant)Social (atractiu visual)	
Indicadors de seguiment	Augment de cobertes verdes verticals	

³⁰ Cost econòmic del m² extret del mundo.es (Leal, 2010).

Fitxa	5.1.1	
Línia estratègica	Educació ambiental	
Programa	Coberta educativa	
Acció	Creació de la coberta mosaic a l'Aviari	
Objectiu	Educar i conscienciar sobre el canvi cap a l'autosuficiència al Zoo	
Descripció	Aplicació a la coberta de l'Aviari d'una mostra de cada escenari tractat, és a dir, de captació hídrica, d'energies renovables i de producció d'aliments, i aprofitar les instal·lacions per a dur a terme projectes i cursos d'educació i conscienciació ambiental	
Temàtica	Educació ambiental	
Tipologia	Projectes	
Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Mitja	Mig	2 anys
Agents implicats	Administració del Zoo i personal de manteniment	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
Indeterminat	Administració del Zoo	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiental (conscienciació ambiental) • Social (millora de la imatge externa i conscienciació) 	
Indicadors de seguiment	Enquestes a alumnes visitants, nombre de visites educacionals	

Fitxa	5.1.2
Línia estratègica	Educació ambiental
Programa	Coberta educativa
Acció	Creació d'un apartat al web sobre el projecte i els seus beneficis
Objectiu	Donar a conèixer les cobertes mosaic i el projecte del Zoo de les cobertes mosaic

Descripció Creació d'un apartat a la pàgina web on els visitants interessats puguin conèixer el projecte i veure els beneficis que aporten les cobertes mosaic.

Temàtica Educació ambiental

Tipologia Publicitar el projecte

Prioritat	Termini d'implantació	Període d'execució
Mitja	Curt	1 any
Agents implicats	Administració del Zoo i empreses especialitzades	
Cost econòmic	Fonts de finançament	
Baix	Administració del Zoo	
Sinèrgies (beneficis)	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiental (conscienciació ambiental) • Social (informació per als visitants) 	
Indicadors de seguiment	Registres de visites a la pàgina web, enquestes a visitants de la pàgina web	

8.1. Taula de beneficis de les diverses propostes

Després de fer les diferents accions de propostes de millora, es classifica amb una taula visual dels diferents graus: beneficioses, no afecten o dèficit per als diferents columnes de classificacions de benefici: social, econòmic i ambiental.

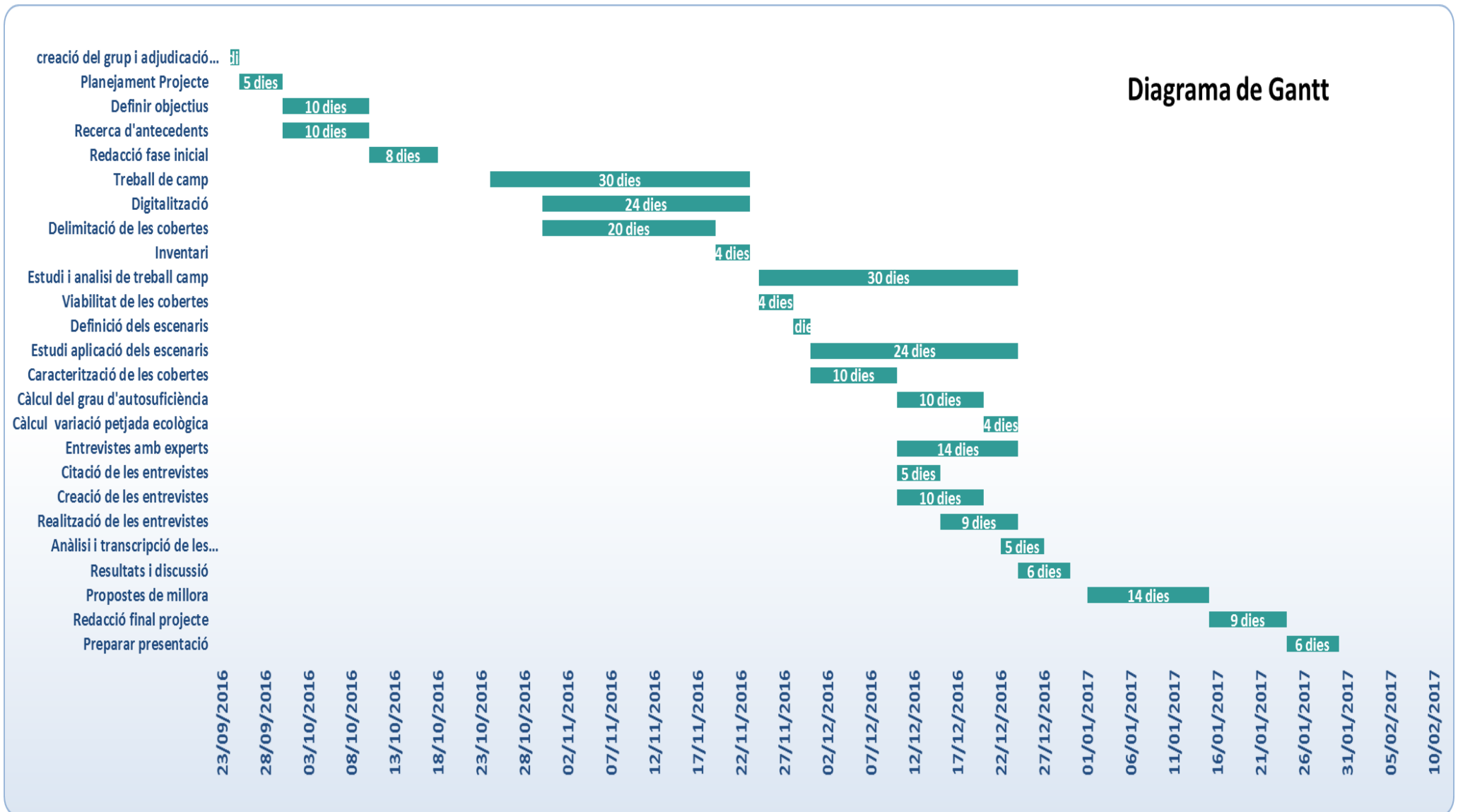
Taula 8.1: Recull dels diferents beneficis de les propostes de millora. Font: Elaboració pròpia.

		Benefici		
		Social	Econòmic	Ambiental
Accions	Instal·lació d'infraestructures per a la captació d'aigües pluvials en les cobertes	😊	😊	😊
	Instal·lació de dipòsits de captació hídrica	😐	😐	😊
	Estudi de la viabilitat de la captació de l'aigua de les zones asfaltades	😐	😐	😊
	Estudi de sistemes de potabilització i regeneració de l'aigua	😐	😞	😊
	Instal·lació de plaques solars fotovoltaïques	😊	😐	😊
	Instal·lació de plaques solars tèrmiques	😊	😐	😊
	Estudi de l'aplicació de panells solars a les cobertes inclinades	😐	😐	😊
	Renovació de les cobertes	😐	😞	😊
	Conreu d'enciam hidropònic a les superfícies potencials	😐	😞	😊
	Conreu combinat per a dos graus d'autosuficiència	😐	😞	😊
	Implantació d'arbres fruiters	😊	😞	😐
	Aprofitament de la calor residual de les cobertes	😐	😐	😊
	Estudi d'implantació del cultiu d'altres hortalisses	😐	😞	😊
	Venta a distribuïdors de l'excedent d'hortalisses de producció combinada	😐	😊	😐
	Implantació de cobertes naturalitzades	😊	😞	😊
	Estudi de l'aplicació de murs verds	😊	😞	😊
	Creació de la coberta mosaïc a l'Aviari	😊	😐	😊
	Creació d'un apartat al web sobre el projecte i els seus beneficis	😊	😞	😐

Com s'observa a la Taula 8.1, els factors negatius es concentren al sector econòmic, referent a les inversions monetàries necessàries per a poder aplicar les diferents propostes, essent les excepcions aquelles en les quals no s'hi ha d'efectuar o les que s'amortitzen amb el pas del temps. En el cas tant social com ambiental, totes les propostes són beneficioses o bé no aporten ni beneficis ni inconvenients.

Programació, pressupost i petjada de carboni del projecte

9. PROGRAMACIÓ - DIAGRAMA DE GANTT



10. PRESSUPOST

	Concepte			Preu unitari (€)	Unitats	Total (€)
Despeses directes	Recursos humans	Elaboració del projecte	Matriculació assignatura	35,77	45 crèdits ECTS	1.609,65
			Treball de camp	15	72 hores	1.080
			Redacció del treball	12	3 pers. x 350 hores	4.200
	Mobilitat ³¹	Vehicles	Combustible	1,35 litre ⁻¹	420 km	567
		Transport públic	Zona 1	0,995	8 viatges	7,96
	Dietes			13	3 dies x 3 persones	117
	Recursos materials	Recursos fungibles	Impressió treball	0,43	2 x 182 pàg.	156,52
			Gravació CD's	0,50	6	3
			Etiquetes CD's	1,20	6	7,20
			Fundes CD's	1,50	6	9
		Recursos inventariables	Programa <i>Miramon</i>	0	1	0
			<i>AutoCAD</i> 2016 ³²	1.899,90	0,5	949,50
			Office Estudiantes 2016 ³³	149	3 x 0,125 ³⁴	55,87
			Ordinadors ³⁵	600	3 x 0,125 ³⁶	225
Suma total despeses directes					8.987,70	
Despeses indirectes (20 % de les despeses directes)					1.797,54	
Total pressupost					10.785,24	
Impost IVA (21 % del pressupost)					2.264,90	
PRESSUPOST FINAL PROJECTE					13.050,14	

³¹ No es compta els viatges fets en bicicleta.

³² Amortitzable mig any.

³³ Amortitzable en 4 anys.

³⁴ Calculat en vers el temps utilitzat.

³⁵ Amortitzable en 4 anys.

³⁶ Calculat en vers el temps utilitzat.

11. PETJADA DE CARBONI DEL PROJECTE

Per a estimar el impacte ambiental del projecte, calcularem la petjada de Carboni del projecte amb els viatges fets en diferents medis de transport i aparells electrònics utilitzats com ara tres ordinadors per la síntesi del projecte. Els kilograms de CO₂ per kilòmetre estan estretes de les pàgina web de co2nnect (CO2nnect, 2016) . Finalment, s'obté **240 quilograms de CO₂** repartits en les següents porcions representats en la Figura 11.1: 77% per a la mobilitat dels membres del equip i un 23 % per el consum d'electricitat.

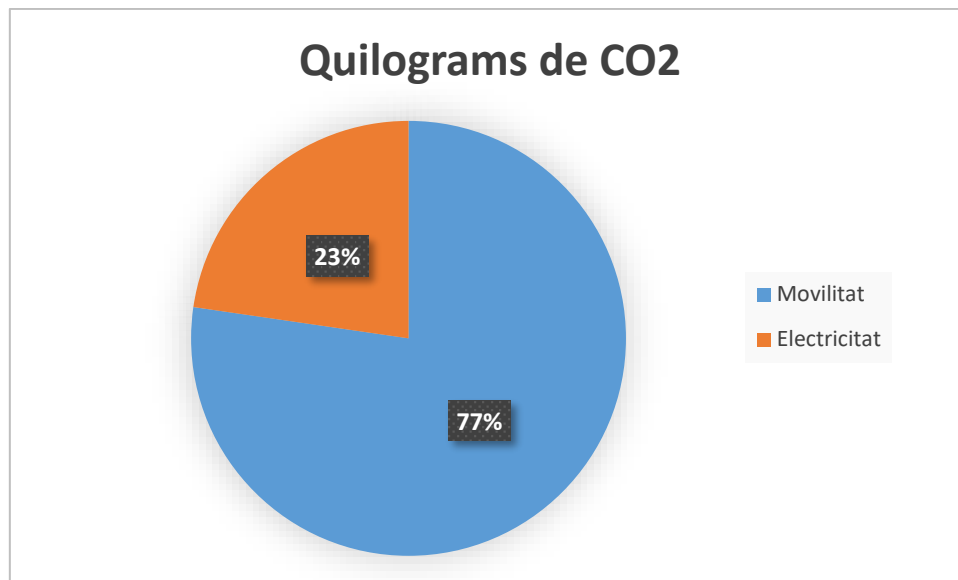


Figura 11.1: Percentatge de consums del projecte. Font: elaboració pròpia.

Programació, pressupost i petjada de carboni del projecte

Viatge conjunt					
Lloc	Definició desplaçament	Nº de viatges	kg de CO ₂ /km	km	Kg CO ₂
Zoo de Barcelona	Cotxe anada	1	0,133	6,70	0,89
Zoo de Barcelona	Cotxe tornada	1	0,133	6,70	0,89
UAB	Cotxe tornada	2	0,133	16,80	4,47
Viatge individual					
Lloc	Definició desplaçament	Nº de viatges	kg de CO ₂ /km	km	Kg CO ₂
Zoo de Barcelona	Moto anada	2	0,094	4,30	0,81
Zoo de Barcelona	Moto tornada	2	0,094	4,30	0,81
Zoo de Barcelona	Bus anada	2	0,069	5,30	0,73
Zoo de Barcelona	Bus tornada	2	0,069	5,30	0,73
Zoo de Barcelona	Cotxe anada	1	0,133	6,40	0,85
Zoo de Barcelona	Cotxe tornada	1	0,133	6,40	0,85
Zoo de Barcelona	Cotxe anada	3	0,133	18,10	7,22
Zoo de Barcelona	Cotxe tornada	3	0,133	18,10	7,22
Sant Martí (BCN)	Metro anada	2	0,065	3,10	0,40
Sant Martí (BCN)	Metro tornada	2	0,065	3,10	0,40
Sant Martí (BCN)	Moto anada	1	0,094	11,00	1,03
Sant Martí (BCN)	Moto tornada	1	0,094	6,50	0,61
Sant Martí (BCN)	Cotxe anada	3	0,133	16,80	6,70
Sant Martí (BCN)	Cotxe tornada	3	0,133	124,00	49,48
UAB	FGC anada	3	0,065	19,60	3,82
UAB	FGC tornada	1	0,065	19,60	1,27
UAB	Cotxe anada	3	0,133	110,00	43,89
UAB	Cotxe tornada	3	0,133	110,00	43,89
UAB	Cotxe anada	3	0,133	16,80	6,70
UAB	Cotxe tornada	1	0,133	16,80	2,23
Aparells electrònics					
	Unitats	Hores	kg de CO ₂ /km	Kg CO ₂	
Ordinadors	3	350	0,052	54,60	
TOTAL Kg CO ₂					240,52

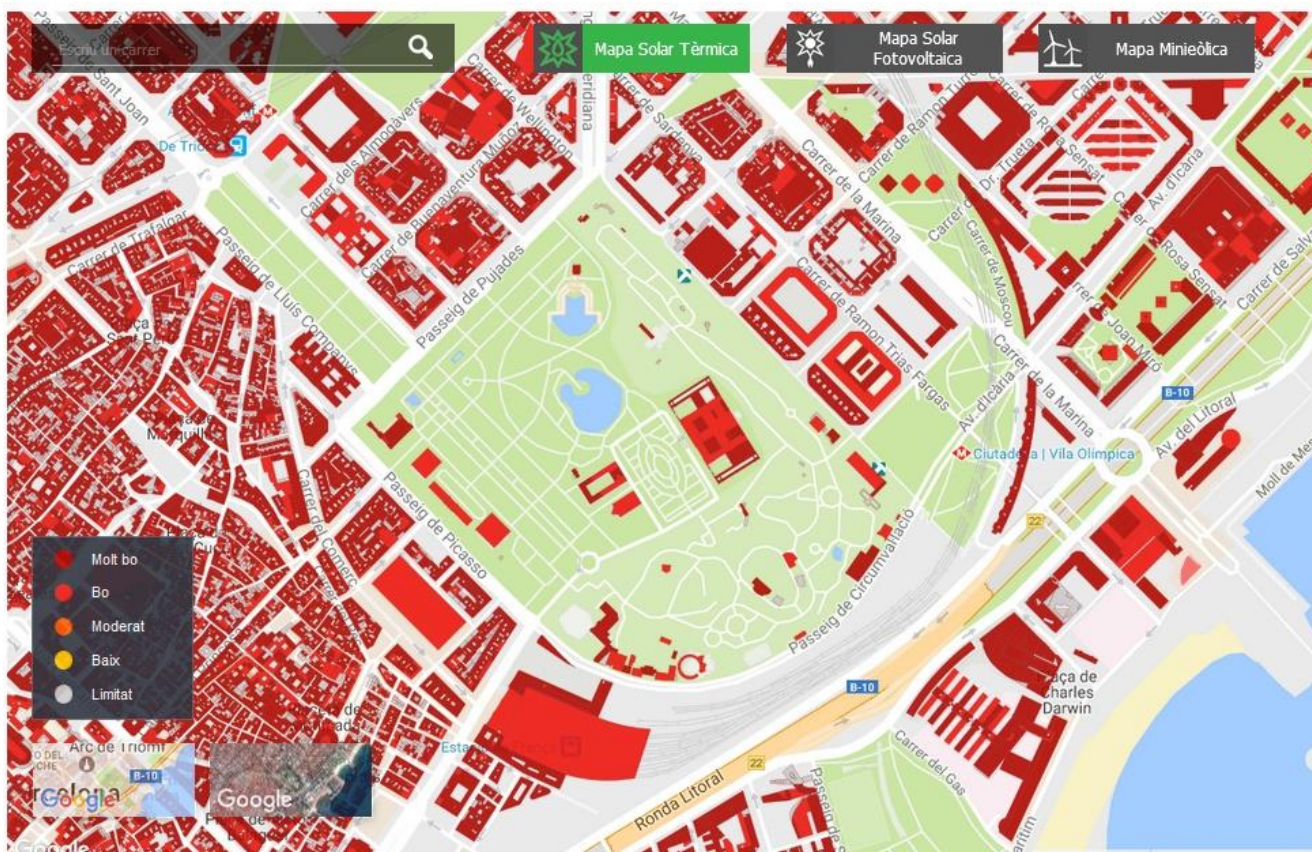
Annexos

ANNEXOS

Annex 1. Mapes de recursos energètics

L'ajuntament de Barcelona va demanar a l'empresa TecnoGeo³⁷ que fes una aplicació en flash dintre d'una pàgina web. Aquesta aplicació ajuda als veïns de Barcelona a valorar els següents punts (TecnoGeo, 2015):

- Radiació solar incident (de limitat a molt bona).
- Superfície coberta amb assolament (m²).
- Dades de rendiment:
 - Superfície útil (m²).
 - Potència instal·lable (kW).
 - Energia generada (kWh/any).
 - Cobertura ACS del conjunt de l'escala (%).
 - Estalvi d'emissions gasos efecte hivernacle (kgCO₂eq/any).
 - Inversió estimada (€).
 - Cost manteniment estimat (€/any).
 - Estalvi econòmic estimat (€/any).



Exemple d'aplicació flash de la qualitat de la radiació incident a les cobertes. Font: barcelona.cat.

³⁷ TECNOGEO és una consultora en TIG especialitzada en el desenvolupament de solucions de gestió d'informació geoespacial per a empreses i administracions públiques.

Annex 2. Fitxa tècnica de la placa solar fotovoltaica

Sunmodule⁺ Plus

SW 290 / 300 MONO



SOLARWORLD
REAL VALUE

Data sheet


HIGH QUALITY ENGINEERING BY SOLARWORLD

More than 40 years of technology expertise, ongoing innovation and continuous optimization create the foundation for the performance of Solarworld's high-quality modules. All production steps, from silicon to module, are established at our production sites, ensuring the highest quality for our customers every step of the way. Our modules are extremely flexible when it comes to their application and provide optimal solutions for installation and non-stop performance – worldwide.

- ☑ Especially stable, despite its low weight mechanical resilience of up to 8.5 kN/m²
- ☑ Tested in extreme weather conditions – resistance to salt spray, frost and hail-proof, resistance to ammonia, dust and sand
- ☑ PID-resistant and proven hotspot guarantee
- ☑ Highly-efficient cells (mono PERC) for the highest possible yields

- ☑ Harmonized components such as mounting systems, connector cables, inverters and energy storage systems can be delivered as complete system
- ☑ Patented drainage corners for optimized self-cleaning
- ☑ Front glass with an anti-reflective coating
- ☑ Long-term safety and guaranteed top performance – At least 97% of nominal power in the first year – 25-year linear performance warranty 20-year product warranty



High Quality Engineering
by German



VDE
Quality Tested
in accordance with DIN EN 61215 and DIN EN 61713

www.solarworld.com

Sunmodule⁺ Plus

SW 290 / 300 MONO



PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)*

		SW 290	SW 300
Maximum power	P_{max}	290 Wp	300 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	39.6 V	40.0 V
Maximum power point voltage	U_{mp}	31.9 V	32.6 V
Short circuit current	I_{sc}	9.75 A	9.83 A
Maximum power point current	I_{mp}	9.20 A	9.31 A
Module efficiency	η_m	17.30 %	17.89 %

Measuring tolerance (P_{max}) traceable to TUV Rheinland: +/- 2% (TUV Power controlled, ID 0000039351)

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

PERFORMANCE AT 800 W/m², NOCT, AM 1.5

		SW 290	SW 300
Maximum power	P_{max}	219.6 Wp	226.7 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	36.7 V	37.0 V
Maximum power point voltage	U_{mp}	29.5 V	30.2 V
Short circuit current	I_{sc}	7.99 A	8.06 A
Maximum power point current	I_{mp}	7.43 A	7.52 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m², 97% (+/-3%) of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved.

PARAMETERS FOR OPTIMAL SYSTEM INTEGRATION

Power sorting	-0 Wp / +10 Wp
Maximum system voltage IEC	1000 V
Maximum reverse current	25 A
Number of bypass diodes	3
Operating range	-40°C - +85°C
Maximum Design Loads (Two rail system)*	+5.4 kN/m ² / -3.1 kN/m ²
Maximum Design Loads (Three rail system)*	+8.5 kN/m ² / -3.1 kN/m ²

*Please refer to the Sunmodule Installation instructions for the details associated with these load cases.

COMPONENT MATERIALS

Cells per module	60
Cell type	Mono crystalline PERC
Cell dimensions	156 mm x 156 mm
Front	Tempered safety glass (EN 12150)
Back	Film, white
Frame	Black anodized aluminum
J-Box	IP65
Connector	Amphenol H4 UTX

DIMENSIONS / WEIGHT

Length	1675 mm
Width	1001 mm
Height	33 mm
Weight	18.0 kg

THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	46 °C
TK I_{sc}	0.070 %/K
TK U_{oc}	-0.29 %/K
TK P_{max}	-0.39 %/K

ORDERING INFORMATION

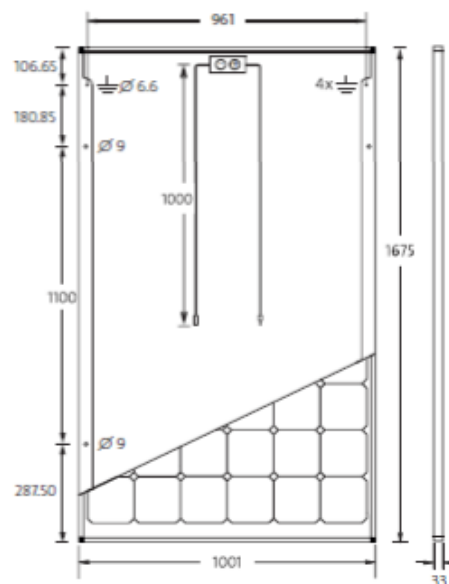
Order number	Description
82000482	Sunmodule Plus SW 290 mono
82000432	Sunmodule Plus SW 300 mono



OFFICIAL DISTRIBUTOR

SunFields Europe | info@sfe-solar.com | www.sfe-solar.com

SolarWorld AG reserves the right to make specification changes without notice. This data sheet complies with the requirements of EN 50380.



CERTIFICATES AND WARRANTIES

Certificates	IEC 61730	IEC 61215	UL 1703
	IEC 62716	IEC 60068-2-68	IEC 61701
Warranties	Product Warranty	20 years	
	Linear Performance Guarantee	25 years	

Annex 3. Fitxa tècnica del captador solar



SONNENKRAFT®

CAPTADOR SOLAR PLANO SKR500

¡Nuevo!

FÁCIL
Conexiones sin herramientas y sonda sumergible integrada en el propio captador.

EFICIENTE
Una generación mejorada de sistemas de montaje hace la instalación más fácil y flexible.

EXTRA
Captador plano y sin marco presenta un acabado inmejorable en todas las variantes de instalación.

E3

www.sonnenkraft.es

 **SONNENKRAFT™**
SOLAR • ENERGY MADE BRIGHTER™



SKR500

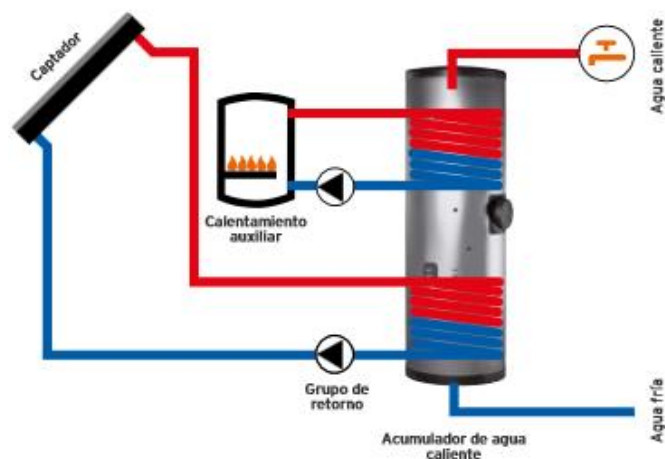
El exclusivo captador SKR500 de SONNENKRAFT combina la última tecnología con experiencia. El SKR500 es el primer captador diseñado sin marco y rápido montaje Plug & Flow. Los sistemas de montaje permiten una rápida instalación usando las mínimas herramientas. Un captador plano, ligero y sin marco que presenta un aspecto inmejorable en cualquier variante de instalación. La siguiente generación del exclusivo captador SKR500 de SONNENKRAFT incluye unos sistemas de montaje mejorados, que hacen su instalación aún más fácil, rápida y con mejor acabado que antes. Una eficiencia η_0 del 82% lo convierte en uno de los captadores de mejor rendimiento del mercado.

QUÉ HACE

El captador solar térmico absorbe la radiación del sol y la convierte en energía útil para la producción de agua caliente sanitaria, calefacción o climatización de piscinas.

CÓMO FUNCIONA

La radiación solar atraviesa el vidrio y se convierte en energía térmica, calentando el líquido presente en el interior del absorbedor. El revestimiento altamente eficiente del absorbedor asegura la absorción más alta posible y la mínima emisividad, incluso en días nublados.



NUEVO DISEÑO AHORA MÁS CERCA DEL TEJADO

El captador solar plano sin marco presenta un acabado inmejorable en todo tipo de variantes de instalación. El nuevo sistema de estribos de tejado para montaje en paralelo (izquierda) permite una integración perfecta y armoniosa del campo de captadores en el tejado, gracias a que la distancia entre la cubierta y el captador se ha reducido al mínimo.



DATOS TÉCNICOS

Nombre		SKR500	SKR500L
Tipo de captador		Solar plano	
Tipo de montaje		Sobre tejado	
Superficie bruta	m ²	2.57	
Superficie de apertura	m ²	2.26	
Superficie de absorbedor	m ²	2.30	
Altura	mm	2079	1240
Ancho	mm	1240	2079
Profundidad	mm	95	
Peso en vacío	kg	38	38.5
Capacidad del captador	l	1.45	1.72
Presión máx. de trabajo	bar	10	
Temperatura de estanqueidad	°C	174	
Caudal recomendado	l/m ² h	10 - 35	
Conexión en serie		Máx. 12 uds. en paralelo	Máx. 10 uds. en paralelo
Inclinación mín. del captador	°	15	
Inclinación máx. del captador	°	75	
Conexiones		18 m cobre	
Absorbedor		Absorbedor de aluminio de superficie completa; recubrimiento al vacío altamente selectivo	
Configuración		Meandro	
Absorción (α) / Emisión (ϵ)		0.95 / 0.05	
Carcasa		Bandeja de aluminio embutida, resistente al ambiente marino	
Aislamiento		50 mm lana mineral	
Acristalado del captador		Vidrio solar de seguridad y bajo contenido de hierro de 3,2 mm	
Rendimiento óptico (apertura/absorción) $\eta_{\text{opt}} / \eta_{\text{opt}}$		0.820 / 0.806	0.794 / 0.781
Factor de pérdidas $a_{\text{w}} / a_{\text{a}}$	W/(m ² K)	3.821 / 3.758	3.514 / 3.456
Factor de pérdidas $a_{\text{ra}} / a_{\text{ra}}$	W/(m ² K ²)	0.0108 / 0.0106	0.0147 / 0.0145
Modificador del ángulo de incidencia $K_{\text{a}}(50^\circ)$		0.96	
Nº reg. Solar Keymark		011-7S1277F	011-7S1284F



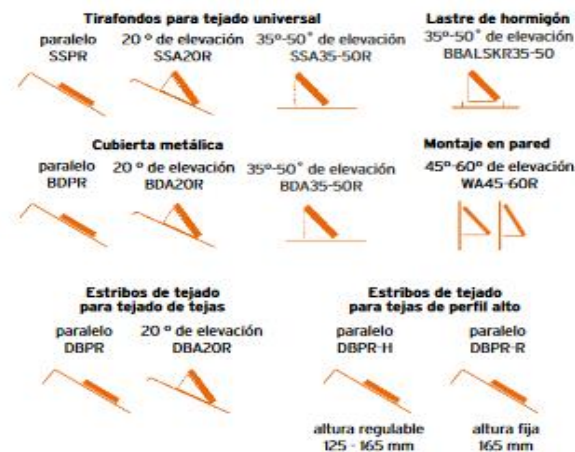
Fraunhofer ISE



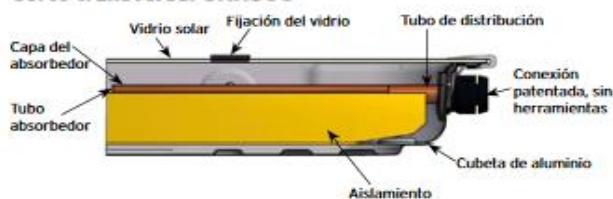
ISO 14001

Contacte hoy con su comercial de SONNENKRAFT.
El sol volverá a brillar mañana.

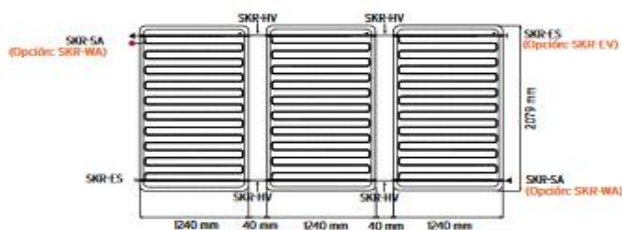
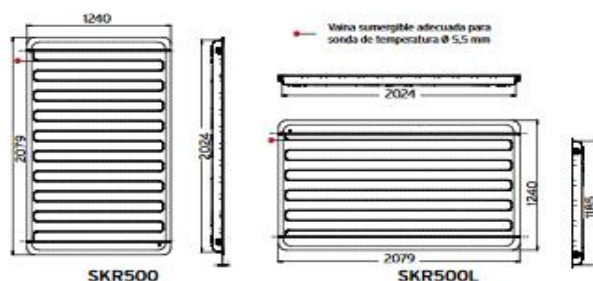
Sistema de fijación SKR500



Corte transversal SKR500



Dimensiones

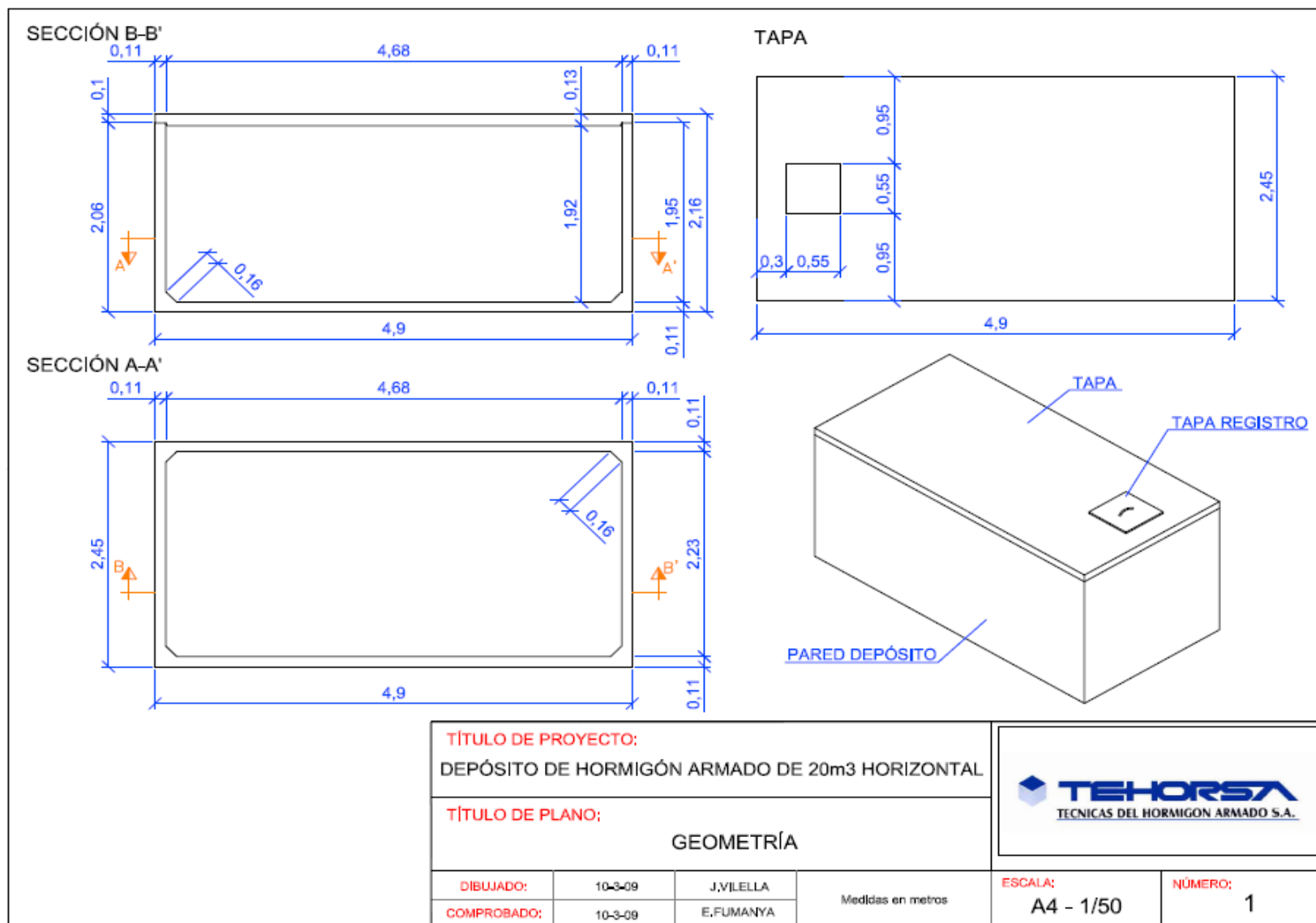


SONNENKRAFT
SOLAR • ENERGY MADE BRIGHTER™

www.sonnenkraft.es

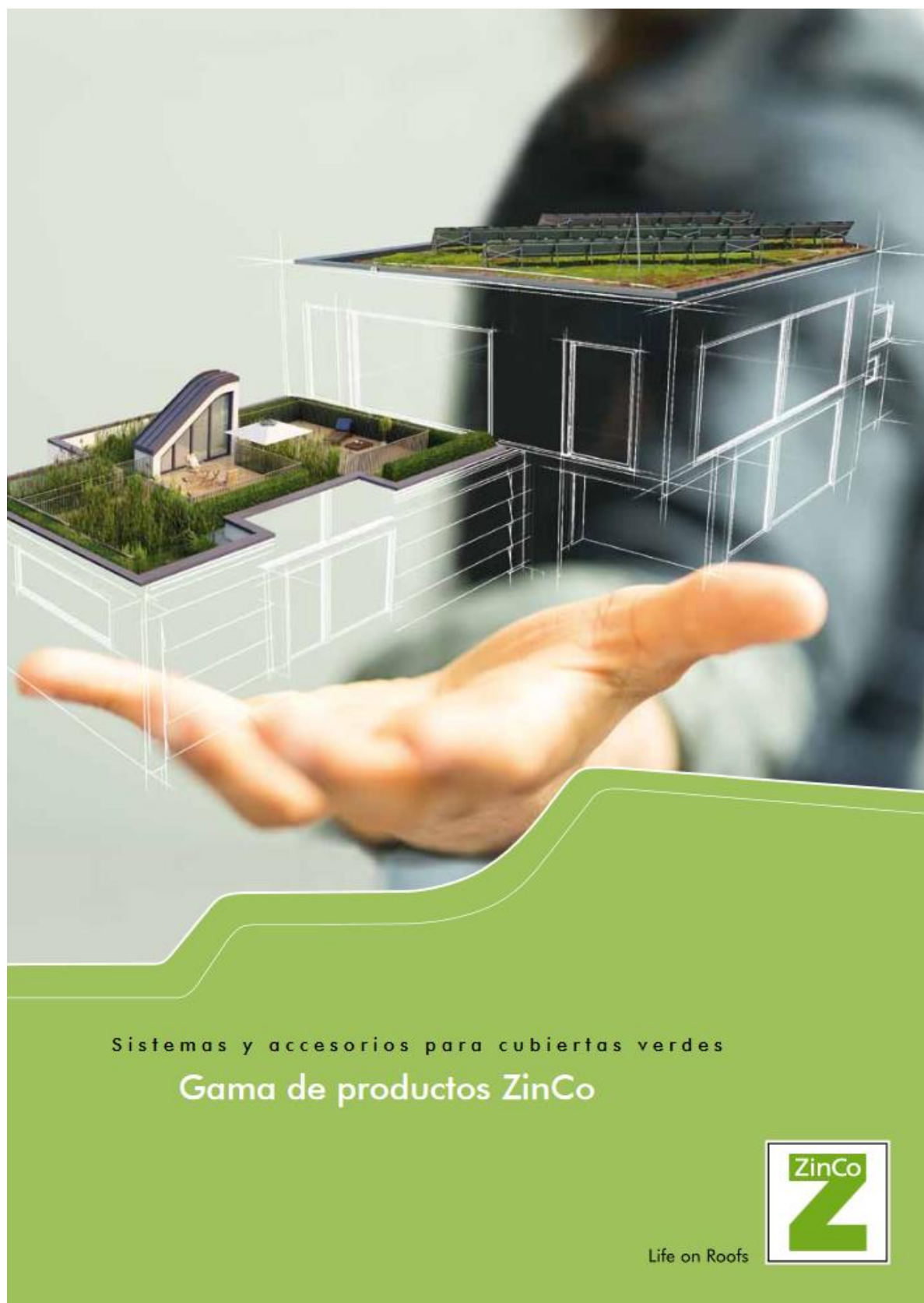
Sin error tipográfico o de imprenta. Reservado el derecho a realizar modificaciones técnicas.
© 2004 SONNENKRAFT Solar Systems GmbH

Annex 4. Exemple de dimensionament d'un dipòsit de 20 m³



Annex 5. Sistemes i accessoris per a l'aplicació de cobertes verdes

http://www.zinco-cubiertas-cologicas.es/guias_tecnicas/guias/ZinCo_Gama_de_productos.pdf



Annex 6. Manual per a la implantació del cultiu hidropònic

<http://www.oasisfloral.mx/pdf/manual-hidroponia.pdf>



Bibliografia

- Acciona. (sense data). Recollit de <http://www.sostenibilidad.com/las-energias-renovables-solar>
- Ajuntament de Barcelona. (novembre / 2015). *Servei de premsa*. Recollit de <http://ajuntament.barcelona.cat/premsa/2015/11/23/lajuntament-de-barcelona-assumeix-el-compromis-de-barcelona-pel-clima/>
- Alonso, J. (8 / març / 2013). *Travel Report*. Recollit de <http://travelreportmx.com/bienvenido-a-montreal-quebec/>
- Ambient, B. p. (sense data). *Neteja i gestió de residus*. Recollit de http://w110.bcn.cat/portal/site/MediAmbient/menuitem.de8485c74f85fd13e9c5e9c5a2ef8a0c/index6ee7.html?vgnextoid=272079583ad1a210VgnVCM10000074fea8c0RCRD&lang=ca_ES
- Angrill et al, S. P.-B.-P. (2016). *Urban rainwater runoff quantity and quality – A potential endogenous resource in cities?*
- Anonimo. (sense data). *Historia universal*. Recollit de <http://historiaybiografias.com/grecia7/>
- Arandes, M. R. (24 / maig / 2016). *Greenhub*. Recollit de <http://www.greenhub.cat/illes-de-calor-urbanes>
- Báez, C. G. (2014). *Radio Red AM*. Recollit de <http://redam.mx/blogs/historia-de-los-zoologicos.html>
- Barcelona, A. d. (sense data). *Barcelona Sostenible*. Recollit de http://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2015/11/Compromis_Bcn_Clima.pdf
- Barcelona.cat. (2007). Recollit de <http://www.zoobarcelona.cat/>
- Censolar. (2014). *La energía solar*. Recollit de <http://www.censolar.es/menu2.htm>
- CO2nnect. (12 / Abril / 2016). *Planeta recicla*. Recollit de http://www.co2nnect.org/help_sheets/?op_id=602&opt_id=98&nmlpreflang=es
- EnErGi. (sense data). *Energia Solar Fotovoltàica*. Recollit de http://www.energi.cat/energia_solar_fotovoltica.php?show=1
- España, A. (2011). *Guia Técnica Aguas Lluvia*. Recollit de <http://www.aquaespana.org/repositori/documents/actualitat/es/Guia%20Tecnica%20Aguas%20Lluvia%20AqEsp-2011.pdf>
- Evelina Macho, S. M. (2015). *Metabolismo y flujo energético del espacio de La Granja*.

- Farreny et al, R. M.-P. (2011). *Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain. Water Research*, 45(10), 3245–3254. Recollit de <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011>.
- Gardey, J. P. (2010). *Definición.DE*. Recollit de <http://definicion.de/ciudad/>
- Generalitat de Catalunya. (19 / Febrer / 2016). *gencat.cat*. Recollit de canviclimatic.gencat.cat/ca/redueix_emissions/factors_demissio_associats_a_lenergia/
- GMR. (sense data). *Noticias y novedades en el blog*. Recollit de <http://www.mundoenred.com/es/blog/2015/09/29/toronto-y-montreal-las-ciudades-subterraneas-mas-grandes-de-canada>
- GPRT. (2015).
- Guillermo Coll, Marc A. Montoloiu, Ivan Ramírez, Pol Zampaglione. (juliol / 2014). *Autosuficiència energètica i hídrica de la masia de Mongofra Nou*. Recollit de [Https://ddd.uab.cat](https://ddd.uab.cat)
- Home, i.-a. (17 / Juliol / 2013). *Asesoría para optimización gastos en el hogar*. Recollit de <https://inaudithome.files.wordpress.com/2013/07/caldera.gif>
- iagua. (sense data). *La cloaca máxima de Roma*. Recollit de <http://www.iagua.es/blogs/jose-diego-garcia/cloaca-maxima-roma>
- ilivebarcelona. (12 / Juny / 2015). Recollit de <http://barcelona.ilivebarcelona.com/historico-turo-park/>
- Íñigo, P. H. (sense data). *agrega.juntadeandalucia*. Recollit de http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/19032013/30/es-an_2013031912_9115448/html/2010_01/vida_cotidiana.htm
- Leal, J. (16 / Juliol / 2010). Recollit de <http://www.elmundo.es/elmundo/2010/07/15/suvienda/1279210901.htm>
- López, L. F. (2012). *comunidad ISM*. Recollit de <http://www.comunidadism.es/blogs/el-papel-de-los-zoologicos-en-la-conservacion-de-la-biodiversidad>
- Machline, V., & Machline, C. (2014). *ReserchGate*. Recollit de https://www.researchgate.net/publication/273440291_URBAN_SANITATION_AND_THE_USE_OF_HUMAN_WASTE_AS_MANURE_IN_ANTIQUITY_ROME
- Ministerio de Medio Ambiente. (desembre / 2000). *Directiva Marco de Agua*. Recollit de <http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/default.aspx>
- Mundet, A. (desembre / 2009). *Energía solar tèrmica*. Recollit de <http://icaen.gencat.cat/>:
http://icaen.gencat.cat/web/.content/10_ICAEN/17_publicacions_informe

- s/04_coleccio_QuadernPractic/quadern_practic/arxius/03_energia_solar_termica.pdf
- National Geographic. (2013). *Las primeras ciudades*. Recollit de http://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/las-primeras-ciudades_6679
- Palou, N. (15 / Gener / 2008). Recollit de <http://www.microsiervos.com/archivo/ecologia/que-es-emision-co2-kilometro-recorrido.html>
- Perez, I. F. (2009). *Aprovechamiento de aguas pluviales*. Barcelona: UPC.
- Planfor. (2017). Recollit de <http://www.planfor.es/compra,nectarina-de-carne-blanca,0131,ES>
- Punsola, A. (30 / Octubre / 2012). *ECOticias*. Recollit de <http://www.ecoticias.com/bio-construccion/71967/Cubiertas-verdes-Suiza>
- Punsola, A. (sense data). *Sostenible: revista de la xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat*. Recollit de <http://sostenible.cat/reportatge/cobertes-verdes-a-suissa>
- rime, t. (sense data). Recollit de <http://www.timerime.com/es/evento/3115699/Primer+alcantarillado/>
- Stocker, T. D.-K. (2013). IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York, Cambrigde: Cambridge University Press.
- TecnoGeo. (2015). Recollit de <http://ajuntament.barcelona.cat/autosuficiencia/es/webapp>
- Tecnogeo. (18 / Març / 2015). *Autosuficiencia BCN*. Recollit de <http://ajuntament.barcelona.cat/autosuficiencia/es/webapp>
- Toboso, Aynès, Liarte, Torres. (2016). *Potencial d'autosuficiència alimentària en dos barris característics de Barcelona*. Barcelona.
- UAB. (2001). *Atlas Climàtic de Catalunya*.
- Urbanistica91. (sense data). Recollit de <http://urbanistica91.com/doctrina/el-ensanche-de-barcelona-de-cerda/>
- UrbaPlant. (2016). *Cultivando la ciudad*. Recollit de <http://www.urbaplant.com/tienda/es/mesas-de-cultivo-para-huerta/10-mesa-de-cultivo-huerto-urbano-1m-8435327100003.html>
- Zoo, V. (sense data). Recollit de http://www.vigozoo.com/spa/vigozoo_datos.asp